



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การศึกษาและพัฒนา

เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

STUDY AND DEVELOPMENT OF WATER FILTRATION MACHINE THAT
CAN USED IN POOL FOR BEAUTIFUL FISH

โดย

นายชัยวัฒน์ ทัฬหาวณิช

นายสมชาย ดิษฐภรณ์

เดือนกันยายน 2549

BTC-Library



3 2000 00070896 8

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ
การศึกษาและพัฒนา
เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

STUDY AND DEVELOPMENT OF WATER FILTRATION MACHINE THAT
CAN USED IN POOL FOR BEAUTIFUL FISH

คณะผู้วิจัย

นายชัยวัฒน์ ฑีฆวานิช

นายสมชาย ดิษฐาภรณ์

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



สนับสนุนโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

BTC-Library



3 2000 00070896 8

บทคัดย่อ

เลขที่ 0932
เลขที่ 15/11/53
วันที่ 15/11/53

การวิจัยเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อปลา 3 ด้าน คือหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้าน รูปทรง ความสวยงาม และความแข็งแรงของโครงสร้าง และด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา และเพื่อหาระดับคุณภาพน้ำที่กรองจากเครื่องที่ออกแบบพัฒนาขึ้น

กลุ่มประชากรตัวอย่างที่สัมภาษณ์เพื่อทราบปัญหามานำมาสรุปใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้นำภายในเขตจตุจักร กรุงเทพฯ จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบ สัมภาษณ์ เพื่อนำมาสรุป ออกแบบ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อประเมินคุณภาพ และทดสอบคุณภาพน้ำโดยผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยผลการวิจัยสรุปว่า

1. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ประเมินเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ในลักษณะการพิจารณาแต่ละด้านพบว่า มีคุณภาพในระดับมาก ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และด้านความปลอดภัย และการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

2. ผลการประเมินคุณภาพของน้ำที่กรองจากเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา ภาพโดยรวมอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์กำหนดทุกเกณฑ์ โดยมีค่า X-test CHI-SQUARE ทดสอบคุณภาพน้ำ 30 ครั้ง สามารถกรองสารปนเปื้อนและตะกอนแขวนลอย มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

ABSTRACT

The objectives of this research were to study and develop water filtration machine that can used in pool for beautiful fish. The quality of water filtration machine determined upon 3 aspects, the function, the structure and the safety. Forty persons in Jatujuk province were selected for interview about the problems of water. Then, the data collection and questionnaire were developed to design the machine. The design was then evaluated in a stops, mean finding analysis ($\bar{X}$) and Standard Deviation (S.D.) Finally, the machine was built for water filtration in the pool.

1. Experts feedback on the machine designs are good all three aspects. the mean of function is 4.46 , the mean of structure is 4.42 and the mean of safety is 4.44
2. the result assess quality of machine on the performance of the prototype is satisfactory. Thirty times of testing, the quality of water is good for fish. The χ^2 -test CHI – SQUARE is 0.05

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2548

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชู โสมิตชาติ อาจารย์วิโรจน์ เพชรพันธุ์ศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุणा ภาคสัณไชย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและประเมินประสิทธิภาพงานวิจัย ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจมาตลอด รวมถึงคณาจารย์นักวิจัยรุ่นพี่ ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และแนะนำในการทำวิจัย

ประโยชน์ของงานวิจัยเล่มนี้ผู้วิจัยได้ตั้งใจทำงานอย่างเต็มความสามารถเพื่อเป็นประโยชน์ ส่วนหนึ่งต่อการนำมาพัฒนาการศึกษาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและเป็นรากฐานที่ดีต่อผู้วิจัยในการทำวิจัยครั้งต่อไปและคุณค่าใด ๆ ที่เกิดจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้คุณพ่อ คุณแม่และครูบาอาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

ชัยวัฒน์ ชีฆวานิช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ประวัติความเป็นมาการเลี้ยงปลา.....	4
2.2 ป่อเลี้ยงปลาและบ่อกรอง.....	11
2.3 ระบบเครื่องกรองน้ำและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง.....	27
2.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดบ่อปลาบ่อกรอง.....	45
2.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	50
2.6 หลักการพัฒนามลิตภัณฑ์.....	63
2.7 ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomic Design).....	71
2.8 คุณภาพน้ำกับการเลี้ยงปลาสวยงาม.....	75
2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	83

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	84
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	84
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	85
3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	85
3.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	85
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
3.7 การออกแบบ.....	87
3.8 การพัฒนาเครื่องกรองน้ำ.....	87
3.9 การดำเนินการทดสอบ.....	87
3.10 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	88
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
4.1 ผลสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบสัมภาษณ์.....	89
4.2 ผลสรุปการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามโดย ผู้ทรงคุณวุฒิ.....	91
4.3 ผลสรุปการวิเคราะห์ระดับคุณภาพน้ำที่กรองจากเครื่อง.....	94
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	96
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	96
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	99
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	101
บรรณานุกรม.....	102

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก.	103
แบบสัมภาษณ์.....	104
แบบสอบถามประเมินคุณภาพ.....	114
แบบบันทึกการประเมินคุณภาพของน้ำ.....	116
ภาคผนวก ข. ภาพแสดงผู้เกี่ยวข้องกระบวนการวิจัย.....	121
ภาคผนวก ค. งานออกแบบพัฒนาและงานเขียนแบบเพื่อการผลิต.....	124
ภาคผนวก ง. แสดงการทดสอบคุณภาพน้ำ.....	140
ประวัติผู้เขียน.....	143

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ปลาสวยงามบางชนิดที่นิยมเลี้ยง.....8
2.2	แสดงอัตราส่วนการทำงานของสัตว์ส่วนคนไทย.....73
2.3	แสดงค่าตัวเลขความสูงยืน ชาย - หญิง ในการปฏิบัติงาน..... 74
4.1	แสดงการพัฒนาด้านหน้าที่ใช้สอย.....92
4.2	แสดงการพัฒนาด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง.....92
4.3	แสดงการพัฒนาด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา.....93
4.4	แสดงคุณภาพทั้ง 3 ด้าน.....94
4.5	ผลเปรียบเทียบการทดลองการกรองน้ำจากการทดสอบ 30 ครั้ง.....95

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบภายนอกของปลา.....	7
2.2 แสดงบ่อสำเร็จรูป.....	13
2.3 แสดงการสร้างบ่อและสระ.....	15
2.4 แสดงลำธารแนวประดิษฐ์ซึ่งเหมาะกับอาคารแบบโมเดิร์นหรืออาคารสำนักงาน.....	17
2.5 แสดงบ่อและลำธารธรรมชาติ.....	18
2.6 แสดงภาพแสดงระดับและแนวการไหลของน้ำจากภูเขาน้ำตก ลำธารและบ่อล่าง.....	19
2.7 แสดงด้านตัดของบ่อดิน.....	21
2.8 แสดงด้านตัดของสระน้ำและบ่อกรอง.....	22
2.9 แสดงระบบของบ่อน้ำบาด.....	23
2.10 แสดงตำแหน่งของบ่อใหญ่ บ่อกรอง และการเดินท่อน้ำ.....	24
2.11 แสดงบ่อกรองอย่างง่าย.....	24
2.12 แสดงภาพบ่อกรองที่ใช้วัสดุกรองหลายชนิด ไหลเรียงตามคุณสมบัติในการกรอง.....	25
2.13 แสดงระบบการเดินท่อน้ำที่กอน้ำตกและมีบ่อกรอง.....	26
2.14 แสดงตัวเครื่องที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำ.....	29
2.15 แสดงใบพัดภายในตัวเครื่อง.....	29
2.16 แสดงฝาครอบของตัวเครื่อง.....	30
2.17 แสดงรูปร่างลักษณะของเครื่องกรองแบบหม้อกรองในตู้ (Box Filter).....	32
2.18 แสดงการทำงานของระบบ Box Filter แบบติดตั้งข้างตู้ปลา.....	34
2.19 แสดงรูปแบบของระบบกรองภายนอกตู้.....	35
2.20 แสดงเครื่องปั๊มตู้ปลา.....	35
2.21 แสดงภายในของเครื่องปั๊มลม.....	36
2.22 แสดงการทำงานของเครื่องปั๊มลม.....	37
2.23 แสดงปั๊มที่แช่อยู่ในน้ำหรือจมน้ำ.....	38
2.24 แสดงปั๊มที่ตัวเครื่องติดตั้งอยู่บนบก.....	39
2.25 แสดงลักษณะใบพัดของปั๊มแบบเซนตริฟูกอล (Centrifugal Pump).....	41
2.26 แสดงปั๊มน้ำขึ้นได้ดิน.....	44
2.27 แสดงอุปกรณ์การทำความสะอาดบ่อปลา.....	45
2.28 แสดงแผ่นกรองน้ำ.....	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.29 แสดงสายยางที่ใช้ประกอบการล้างทำความสะอาด.....	47
2.30 แสดงลักษณะสายยางชนิดต่างๆ.....	48
2.31 แสดงลักษณะมอเตอร์ไฟตรงแบบต่างๆ.....	62
2.32 แสดงขนาดสัดส่วนในการออกกำลังกาย.....	74
ข 1 แสดงผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	122
ข 2 แสดงผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	122
ข 3 แสดงผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	123
ข 4 แสดงผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านรูปทรงความสวยงาม.....	123
ค 1 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิต ส่วนหน้าของเครื่องกรอง.....	125
ค 2 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิต ส่วนใต้กรอง.....	126
ค 3 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิต ส่วนเครื่องกรอง.....	127
ค 4 แสดงภาพสามมิติส่วนใต้กรอง.....	128
ค 5 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิตส่วนฐาน.....	129
ค 6 แสดงภาพสามมิติส่วนฐาน.....	130
ค 7 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิตส่วนเครื่องพ่นอากาศ.....	131
ค 8 แสดงภาพรูปด้านของเครื่องกรอง.....	132
ค 9 แสดงการเขียนแบบทัศนียภาพเพื่อการผลิต.....	133
ค 10 แสดงการเขียนแบบทัศนียภาพเพื่อการผลิต 2.....	134
ค 11 แสดงทัศนียภาพเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม.....	135
ค 12 แสดงรูปด้านข้างของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม.....	135
ค 13 แสดงรูปด้านบนของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม.....	136
ค 14 แสดงรูปด้านหน้าของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม.....	136
ค 15 แสดงรายละเอียดส่วนฐาน.....	137
ค 16 แสดงส่วนบรรจุใต้กรอง และท่อน้ำเข้า.....	137
ค 17 แสดงรายละเอียดส่วนตัวเครื่องปั้มน้ำ.....	138
ค 18 แสดงรายละเอียดส่วนใต้กรอง.....	138
ค 19 แสดงการทำงานของเครื่องกรอง.....	139
ค 20 แสดงการทำงานของเครื่องกรองในส่วนพ่นออกซิเจน.....	139
ง 1 แสดงชุดน้ำยาเทสไนไตรท์.....	141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง 2 แสดงภาพชุดน้ำยาเทสต์ ค่า pH.....	141
ง 3 แสดงวัฏจักรไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลา.....	142

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการเกษตรมีความก้าวหน้ามาก โดยเฉพาะปาล์วยงามได้มีการเพาะพันธุ์ปาล์วยงามประเภทต่าง ๆ มากมาย มีการนำมาเลี้ยงเพื่อการผลิตและพักผ่อนภายในอาคารที่อยู่อาศัย ภาชนะที่เลี้ยงส่วนมากจะเป็นบ่อปูน ตู้กระจก หรือบ่อไฟเบอร์กลาส ฯลฯ เนื่องจากน้ำในบ่อมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับแหล่งน้ำในธรรมชาติ บรรดาของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลารวมทั้งซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย ไม่อาจถ่ายเทไปทางไหนได้ดี จึงตกค้างอยู่ในบ่อเป็นตะกอนนอนก้นอยู่ที่พื้น หรือแขวนลอยอยู่บนผิวน้ำ ของเสียเหล่านี้ เป็นอันตรายต่อชีวิตของปลา และการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำเพราะความขุ่นจะบดบังแสงทำให้การสังเคราะห์แสงช้าลง ก๊าซออกซิเจนจะมีปริมาณลดลง นอกจากนั้นความขุ่นของน้ำจะบดบังแสงทำให้ผลผลิตอาหารปลาลดลง อนุภาคที่เลือนลอยอยู่ในน้ำอาจดึงดูดเอาแร่ธาตุ เช่น ฟอสเฟต โพแทสเซียม และไนโตรเจนเข้าไปไว้ในรูปของไฮออน ทำให้การผลิตพืชน้ำลดลง นอกจากนั้นสารแขวนลอยยังทำให้อุณหภูมิลดต่ำเนื่องจากขาดแสง ปลาจะแสดงอาการหายใจไม่สะดวกเมื่อความขุ่นของน้ำอยู่ระหว่าง 175,000 – 225,000 ส่วนในล้าน ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนจะไปเกาะตามเหงือก จึงเป็นเหตุจำเป็นที่ต้องกำจัดให้หมด

การทำบ่อเลี้ยงปลาภายในบ้านพักอาศัยจึงจำเป็นที่จะมีระบบกรองน้ำด้วย แต่กระบวนการทำบ่อกรองเป็นการทำที่ยุ้งยากมากต้องเดินท่อน้ำต่าง ๆ เอาไว้ล่วงหน้า และเป็นเรื่องยุ่งยากเกินกว่าที่เจ้าของบ้านจะทำได้ และอีกประการหนึ่งการสร้างบ่อกรองลงบนพื้นจะทำให้บริเวณสวนขาดความสวยงาม การออกแบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อปลานิตเคลื่อนย้ายได้ สามารถถอดประกอบได้จึงมีความจำเป็นต่อปัญหาดังกล่าว ระบบของเครื่องกรองน้ำทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเวียนของน้ำ พาเอาของเสียและตะกอนต่าง ๆ ไปผ่านวัสดุกรอง และออกมาเป็นน้ำที่ใสสะอาดกลับลงไปในบ่อ และยังสามารถทำให้อากาศเพิ่มออกซิเจนในบ่อปลาได้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา
2. เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อปลา 3 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านรูปทรง ความสวยงาม ความแข็งแรงของโครงสร้าง และด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา
3. เพื่อหาระดับคุณภาพน้ำที่กรองจากเครื่องที่ออกแบบพัฒนาขึ้น

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อปลา มุ่งศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบใช้แนวทาง ชีวชัย สุขสด (2544 : 88) ที่กล่าวถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ เกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติที่ผลิตภัณฑ์ที่ดีความีองค์ประกอบที่ดี ต้องคำนึงถึงหัวข้อสำคัญ 3 ประการ คือ

1. หน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. รูปทรง ความสวยงาม และความแข็งแรงของโครงสร้าง
3. ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

1.3.2 คุณภาพของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดของยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2547:192) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบคุณภาพเป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผลผลิตออกมาดี เป็นไปตามแบบมีความประณีต เรียบร้อย สวยงาม นำไปใช้ได้อย่างสะดวก และเหมาะสมกิจกรรมดังกล่าวคือ การเลือกวัตถุดิบ กิจกรรมในกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลผลิตเสียหายน้อยที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำที่สุด โดยยอมรับความเสียหายของผลผลิตที่ 2% ถึง 3.3%

1. ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่กรองจากเครื่องกรองที่พัฒนาขึ้นใหม่ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการตรวจสอบตามกรอบแนวคิดของวิชา ปาละ (2546 : 118)
2. โดยมีขั้นตอนการตรวจจากสารปนเปื้อนและตะกอนลอยอยู่ที่เกณฑ์ 0.3 ppm และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลา คือ ค่า pH 6.5 - 8

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาในครั้งนี้ มุ่งเน้นที่จะศึกษาความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

ประชากร คือ ผู้ผลิต, ผู้จัดการฝ่าย, ผู้ใช้บ่อเลี้ยงปลาในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ที่สุ่มมาจำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น

ผู้ผลิต	5	คน
ผู้จัดการฝ่าย	5	คน
ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	30	คน
รวมทั้งสิ้น	40	คน

ตัวแปร ที่ทำการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ

1. เครื่องกรองน้ำ
2. ขนาดของบ่อ

ตัวแปรตาม คือ

1. คุณภาพของเครื่องกรอง
2. คุณภาพของน้ำ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 *การพัฒนา* หมายถึง การทำสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้นในที่นี้หมายถึง ปรับปรุงเครื่องกรองน้ำให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้นไป โดยคำนึงถึงความเหมาะสม 3 ด้าน

1. น้ำที่ใช้สอยและความสะอาดสวยงามในการใช้งาน
2. รูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง
3. ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

1.5.2 *คุณภาพ* หมายถึง ระบบกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่ ได้ผลออกมาดีเป็นไปตามแบบเรียบง่ายสวยงาม โดยระบบกรองทำให้ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยมี ค่า pH ของน้ำ 6.5 – 8 และค่าไนโตรเจน คือค่าวัดการเกิดแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ระดับปกติอยู่ที่ 0.3 ppm (0.3 ส่วนต่อล้านส่วน)

1.5.3 *ผู้เชี่ยวชาญ* หมายถึง ผู้มีประสบการณ์สอนจนไม่น้อยกว่า 15 ปีหรือมีวุฒิระดับปริญญาโท มีความรู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.5.4 *ผู้ทรงคุณวุฒิ* คือ ผู้ที่มีตำแหน่งทางวิชาการหรือวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป

1.5.5 *ท่อออกซิเจน* หมายถึง ท่อที่ต่อมาจากเครื่องปั้มน้ำเพื่อผลิตออกซิเจนให้กับน้ำในบ่อ

1.5.6 *สารปนเปื้อน* หมายถึง สิ่งปฏิกุลของเสียจากการถ่ายของเสียของปลาและเศษอาหารที่ตกค้าง

1.5.7 *ตะกอนแขวนลอย* หมายถึง สิ่งปฏิกุล ผุ่นละอองที่อยู่ในน้ำ

1.5.9 *ปลาสวยงาม* หมายถึง ปลาที่มีสีสันสวยงาม เช่น ปลาการ์ตูน ปลาเงิน ปลาทอง ฯลฯ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

- 2.1 ประวัติความเป็นมาการเลี้ยงปลา
- 2.2 บ่อเลี้ยงปลาและบ่อกรอง
- 2.3 ระบบเครื่องกรองน้ำและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
- 2.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดบ่อกรอง
- 2.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
- 2.6 หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 2.7 ขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
- 2.8 คุณภาพน้ำกับการเลี้ยงปลาสวยงาม
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาการเลี้ยงปลา

2.1.1 ประวัติการเลี้ยงปลา

การเลี้ยงปลาได้กระทำกันมาแต่โบราณ ทั้งในยุโรปและเอเชียการเพาะเลี้ยงปลาได้แพร่หลายไปยังส่วนต่าง ๆ ของโลกทั้งในอเมริกา แอฟริกาและออสเตรเลีย ทั้งนี้เพราะจำนวนประชากรของแต่ละประเทศได้เพิ่มขึ้น การเลี้ยงปลาได้พัฒนาจากแบบดั้งเดิมมาสู่สมัยใหม่ และชนิดปลาที่เลี้ยงก็ได้มากขึ้นตามลำดับ

จากภาพแกะสลักปรากฏว่า อียิปต์มีการเลี้ยงปลาก่อนคริสต์ศักราช 2500 ปี ปลาที่เลี้ยงตัวแรกเป็นปลาในสกุล ติลาเปีย (Tilapia) สมัยกลาง การเลี้ยงปลาในยุโรปได้พัฒนาไปพร้อมกับวัฒนธรรมเริ่มแรกเป็นการเลี้ยงปลาที่ใช้เป็นอาหารโดยเฉพาะคือปลาไน ต่อมาวิธีการเลี้ยงได้พัฒนาทันสมัยขึ้น มีการใช้ปุ๋ยและให้อาหารสมทบทำให้ปลาโตเร็วขึ้น จึงได้มีการขยายการเลี้ยงปลาในภาคกลางและภาคตะวันออกของยุโรป ต่อมาได้ค้นพบวิธีผสมเทียมปลาแซลมอน (Salmonids) รวมทั้งเทคนิคการเลี้ยงทำให้การเลี้ยงปลาแซลมอนแพร่หลายมากขึ้น

ประเทศต่าง ๆ ในภาคเอเชีย ได้แก่ จีน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย เวียดนาม เชมร พิลิปปินส์ ไทย ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการเลี้ยงแบบดั้งเดิมมาสู่แบบสมัยใหม่ ปลาที่เลี้ยงกันมากได้แก่ปลาคาร์พของจีน (Chinese carp) ส่วนในอินเดียและปากีสถานเลี้ยงปลาคาร์พของอินเดีย (Indian Carp) ในฟิลิปปินส์

และอินโดนีเซียนิยมเลี้ยงปลาปลานวลจันทร์ทะเล Chanos chanos ส่วนในญี่ปุ่นนิยมเลี้ยงปลาไหลญี่ปุ่น Anguilla Japonica

การเลี้ยงปลาเป็นธุรกิจการค้าในย่านอินโดแปซิฟิกได้เริ่มมาจากจีน แม้ในปัจจุบันการเลี้ยงปลาในหลายประเทศยังคงปฏิบัติตามแบบหรือลอกแบบตามความคิดจากชาวจีน เอกสารฉบับแรกเกี่ยวกับการเลี้ยงปลา "The Classic of Fish Culture" ซึ่งเขียนโดย Fan Lee 475 ก่อนคริสต์ศักราช Chow Mit. ในสมัยราชวงศ์ Sung ได้อธิบายรายละเอียดในการขนส่งลูกปลาตระกูลคาร์พด้วยครุหรือตะกร้าไม้ไผ่ไว้ในหนังสือ "Kweij Sin Cha Shik" ซึ่งเขาเขียนขึ้นเมื่อคริสต์ศักราช 1243 และในหนังสือของ Heu ชื่อ "A Complete Book of Agriculture" ซึ่งเขียนเมื่อคริสต์ศักราช 1639 ได้อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมลูกปลาคาร์พจากแม่น้ำและวิธีการเลี้ยงลูกปลาในบ่อ ด้วยความชำนาญที่ได้รับการถ่ายทอดมาหลายชั่วอายุคน ด้วยความเชื่อและด้วยความเชื่อและด้วยความสนใจในความประณีต ทำให้ชาวจีนยกระดับการพัฒนาการเลี้ยงปลาสูงขึ้น ชาวจีนจึงอพยพเข้าไปอยู่ในมาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย ได้นำเอาความรู้ดั้งเดิมเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาคาร์พ เข้าไปดำเนินธุรกิจการเลี้ยงปลาในประเทศเหล่านั้น และได้มีการนำลูกปลาคาร์พจากเมืองจีนเข้าไปเลี้ยงเป็นประจำทุกปี นอกจากนั้นยังได้ถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาให้แก่คนในท้องถิ่นนั้น ๆ ด้วย

ปลาไน ซึ่งเป็นปลาที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ได้ถูกส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ และนำไปเลี้ยงประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี จึงเป็นปลาชนิดแรกที่มีการเลี้ยงเกือบทั่วทุกส่วนของโลก แม้ว่า การเลี้ยงปลาหลายชนิดรวมกัน ในบ่อเพื่อใช้ประโยชน์เป็นอาหารที่มีอยู่ในบ่ออย่างเต็มที่ ได้พัฒนาเป็นครั้งแรกในจีน แต่อุตสาหกรรมการเลี้ยงปลาก็ยังคงสภาพเดิมอยู่หลายศตวรรษ การค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการเพาะเลี้ยงปลายังถูกละเลยเรื่อยมา จนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้เอง จึงได้มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพดั้งเดิมมาสู่การค้าและการบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การเลี้ยงปลาในแหลมอินโดจีนได้ดำเนินการมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ การเลี้ยงปลาในตระกูลปลาสวายในกระชังไม้ไผ่วางแขวนในน้ำไหลได้กระทำในเขมร และการเลี้ยงปลาสวายในบ่อ ก็นิยมปฏิบัติกันของไทย

2.1.2 ประโยชน์ของการเลี้ยงปลาสวยงาม

การเลี้ยงปลาสวยงาม นับเป็นงานอดิเรกที่น่าสนใจประเภทหนึ่ง ทั้งนี้เพราะปลาสวยงาม นอกจากจะมีความสำคัญด้านเศรษฐกิจแล้ว การเลี้ยงปลาสวยงามยังมีประโยชน์อีกหลายด้านด้วยกัน ดังนี้

1. การเลี้ยงปลาทำให้เกิดความเพลิดเพลิน และช่วยในการพักผ่อนคลายความเครียด ได้อย่างดี เพราะปลาสวยงามเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม ที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้ที่พบเห็นได้ อย่างดี จึงเหมาะที่จะนำมาเลี้ยงในตู้กระจกตามห้องรับแขก หรือบริเวณที่พักอาศัย ซึ่งช่วยทำให้บรรยากาศภายในบ้านดีขึ้น นอกจากนี้ปลาสวยงามยังไม่ส่งเสียง และกลืนรบกวนบริเวณข้างเคียง เหมือนกับการเลี้ยงสัตว์ชนิดอื่น ๆ ทั่วไป

2. ปลาสวยงามช่วยในการกำจัดแมลงและวัชพืช มีปลาสวยงามหลายชนิดที่ช่วยในการกำจัดแมลงและวัชพืชได้อย่างดี เช่น ปลาเสือพ่นน้ำ ปลากัด ปลาหางนกยูง ฯลฯ ที่ชอบกินแมลง โดยเฉพาะลูกน้ำ และตัวอ่อนของแมลงหลายชนิดนอกจากนี้ ยังมีปลาสวยงามอีกหลายชนิดที่กินพืช น้ำเป็นอาหาร

3. ปลาสวยงามให้ประโยชน์ในด้านการศึกษา หรือการทดลองค้นคว้าทางด้านชีววิทยา เช่น การเพาะพันธุ์ การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม การเจริญเติบโตของปลาวัยอ่อน ฯลฯ ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของปลาได้ดีขึ้น

4. สามารถใช้ประกอบอาชีพหรือหารายได้พิเศษเป็นอย่างดี เพราะปลาสวยงามมีราคาค่อนข้างแพง เมื่อเปรียบเทียบกับปลาน้ำจืดทั่ว ๆ ไปแต่ตลาดของปลาสวยงามแคบกว่าปลาเศรษฐกิจทั่ว ๆ ไป ตลาดของปลาสวยงามที่รู้จักกันทั่ว ๆ ไปคือ ตลาดแถวสวนจตุจักร และร้านขายปลาตู้ทั่ว ๆ ไป

2.1.3 ลักษณะรูปร่างของปลา

ตามปกติ ปลาจะมีรูปร่างลักษณะเป็นแบบสมมาตร และรูปร่างของปลากระดูกแข็งจะมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของปลา ปลาสวยงามเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ ตัวปลาจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนหัว (head) หมายถึง บริเวณตั้งแต่ปลายสุดของปาก (snout) ไปจนถึงริมสุดของกระดูกกระพุ้งแก้ม (operculum) ที่บริเวณส่วนหัวของปลาเป็นที่รวมอวัยวะความรู้สึกต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

(1) ตา (eye) ตาของปลามีการพัฒนาเพื่อให้สามารถมองเห็นได้ชัด ตาของปลาจึงทำหน้าที่รับความรู้สึกด้วยการมองเห็น ตาของปลาประกอบด้วยกระจกตา (cornea) ม่านตา (iris) เลนส์ตา (lens) กระบอกตา ฯลฯ

(2) จมูก (nostril) ตามปกติปลาจะใช้จมูกในการดมกลิ่น ปลาอาจจะมียูจมูก 1 หรือ 2 คู่ก็ได้

(3) ปาก (mouth) เป็นทางเข้าของอาหาร ภายในปากประกอบด้วยฟัน ลิ้น ช่องคอ ปากของปลามีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน

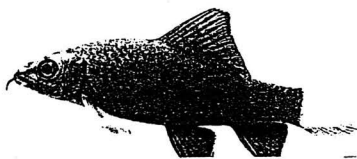
(4) เหงือก (gills) เป็นส่วนของอวัยวะที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน (O_2) ที่ละลายน้ำผ่านเหงือกเข้ามา

(5) หนวด ปลาบางชนิดมีหนวด แต่บางชนิดไม่มีหนวด ปลาที่มีหนวดจะใช้หนวดในการรับความรู้สึก

2. ลำตัว (trunk) หมายถึง ส่วนที่อยู่ถัดจากปลายสุดของกระดูก กระพุ้งแก้มไปจนถึงรูทวารปลาบางชนิดมีเกล็ดปกคลุมหนาแน่นเพื่อใช้ในการป้องกันตัวและมีเส้นข้างลำตัวทั้ง 2 ข้าง

นอกจากนี้ยังเป็นที่ตั้งของครีบท้อง ครีบก้น ครีบลึง เพื่อช่วยในการทรงตัวและเคลื่อนไหว ลำตัวของปลายังเป็นที่ตั้งของระบบต่าง ๆ หลายอย่าง เช่น ระบบย่อยอาหาร ระบบสืบพันธุ์ ระบบขับถ่าย ฯลฯ

3. ส่วนหาง (tail) หมายถึง ส่วนท้ายสุดของปลา โดยเริ่มจากรูทวารไปจนถึงปลายสุดของครีบก้น และมีเกร็ดเช่นกัน ที่บริเวณหางยังมีกล้ามเนื้อที่หนาแน่นแข็งแรง เพื่อใช้ในการบังคับทิศทางคล้ายกับหางเสือ และยังช่วยในการทรงตัวของปลาได้อย่างดี



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบภายนอกของปลา ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน

- (1) ส่วนหัว (head) เริ่มจากปลายสุดของปากไปจนถึงริมสุดของกระดูกเหงือก
- (2) ลำตัว (trunk) อยู่ถัดจากปลายสุดของกระดูกเหงือกจนถึงรูทวารหนัก
- (3) ส่วนหาง (tail) เป็นส่วนที่อยู่ท้ายสุดของปลา เริ่มจากรูทวารไปจนถึงปลายสุด

ของครีบก้น (Source : Boolootian and Stiles. 1976. P.350)

2.1.4 ประเภทของปลาสวยงาม

ปลาสวยงามเลี้ยงประดับบ้านและอาคาร ไว้ในตู้กระจกหรือเลี้ยงในบ่อใหญ่เป็นปลาในเขตเขตร้อนเหมือนภูมิอากาศในประเทศไทย ปลาสวยงามที่นิยมต้องเป็นปลาที่มีสีสวยงาม ปลาสวยงามเลี้ยงง่าย ขายได้สม่ำเสมอทั่วไป โดยเฉพาะในกรุงเทพฯ ปลาสวยงามส่วนมากเพาะแพร่พันธุ์ได้ไม่ยากนัก เหมาะเป็นงานอดิเรกสำหรับนักเรียนในวัยเรียนมีประชาชนเลี้ยงเป็นการค้าขายทั้งประเทศและต่างประเทศมีใช้น้อย คิดเป็นเงินได้ถึง 15 ล้านบาทใน พ.ศ. 2524

ชนิดของปลาสวยงาม

ปลาสวยงามหรือปลาตู้ แยกออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ปลาสวยงามทะเล และปลาสวยงามน้ำจืด ปลาสวยงามทะเลเลี้ยงอยู่ในตู้กระจกที่บรรจุน้ำทะเล ส่วนปลาสวยงามน้ำจืดเลี้ยงในน้ำฝน น้ำประปา หรือน้ำจืดจากแม่น้ำลำคลองโดยทั่วไป ชนิดปลาทะเลและปลาน้ำจืดนั้นต่างกันตามธรรมชาติ แต่ปลบางชนิดสามารถนำไปเลี้ยงได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม เช่น ปลาตะกรับ ปลาเสือพ่นน้ำ เป็นต้น

ปลาสวยงามที่เลี้ยงอยู่ในตู้หรือภาชนะเดียวกัน ต้องไม่ทำร้ายกัน ปลาชนิดที่ต้องเลี้ยงเพียงชนิดเดียว เช่น ปลาออสก้า ปลาเทวดา แลดูสวยงามบางชนิดต้องเลี้ยงเพียงตัวเดียว เช่น ปลากัดเพศผู้ เป็นต้น

ปลาสวยงามน้ำจืดพื้นเมืองของไทยที่เลี้ยงกันมี 104 ชนิด และน้ำจืดที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมีถึง 78 ชนิด ส่วนปลาน้ำเค็มพื้นเมืองมีเลี้ยงกัน 103 ชนิด และที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมีเพียง 12 ชนิด

ตารางที่ 2.1 ปลาสวยงามบางชนิดที่นิยมเลี้ยง

ลำดับที่	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	คำอ่าน	ประเภทของปลา
1.	ปลาทอง	<i>Carasius auratus</i>	คา-รา-ชี-อัส ออ-เร-ตัส	น้ำจืด
2.	ปลากัด	<i>Betta Splendens</i>	เบ็ต-ต้า สะ-เพ็น-เคิน	น้ำจืด
3.	ปลาหางนกยูง	<i>Gambusia affinis</i>	แกม-บู-เซีย อัม-ฟิ-นิส	น้ำจืด
4.	ปลาเซลฟิน	<i>Hollenesia latipinna</i>	มอ-รี-นี-เซีย แลต-ติ-หิโน-นา	น้ำจืด
5.	ปลาก้าง พระร่วง	<i>Kryptopterus bicirrhus</i>	คริป-ท็อฟ-เทอร์-รัส ไบ-เซียร์-ริส	น้ำจืด
6.	ปลาทรงเครื่อง	<i>Labeo bicolor</i>	ลา-บี-โอ ไบ-คัล-เลอร์	น้ำจืด
7.	ปลากะตักมุกด์	<i>Trichogaster teeri</i>	ไทร-โซ-แกส-เตอร์ เลีย-โลร์	น้ำจืด
8.	ปลาปอมปาดัวร์	<i>Syaphysodob discus</i>	ซิมี-ไฟ-โซ-คอน ดิส-คัส	น้ำจืด
9.	ปลาออสก้า	<i>Astronotus ocellatum</i>	แอส-โทร-โน-ตัส โอ-เซล-เล-ตัม	น้ำจืด
10.	ปลาเทวดา	<i>Pterophyllon scalare</i>	เทอร์-ฟัล-ดัม สะ-คา-แคร์	น้ำจืด
11.	ปลาตะกรับ, เสือดำ	<i>Scatophagus argus</i>	สะ-แคท-โท-ฟา-กัส อาร์-ทัส	น้ำเค็ม
12.	ปลาเงี้ยวหิน, โสร่งแขก	<i>Nonodactylus argenteus</i>	โม-โน-แคท-โท-ดัส อาร์-เจน-ทิ-อัส	น้ำจืด, น้ำเค็ม
13.	ปลาสิงห์โต	<i>Perios Vilitans</i>	พะ-เทอร์-รอย ไว-ลิ-แทนส์	น้ำเค็ม
14.	ปลาการ์ตูน	<i>Amphippion percula</i>	แอม-พิ-พี-ชอัน	น้ำเค็ม

ตารางที่ 2.1 ปลาสวยงามบางชนิดที่นิยมเลี้ยง (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	คำอ่าน	ประเภทของปลา
15.	ปลาโนรี	Chelnon rostratus	เชล-มัน โรส-ตรา-ดัส	น้ำเค็ม
16.	ปลาปักเป้าหนามทุเรียน	Diodon hystrix	ได-โอ-คอน ไฮส-ทริก	น้ำเค็ม
17.	ปลาสลิดหินจุด	Giganus corallinus	ชี-กา-ลัส โค-ราล-ลินัส	น้ำเค็ม
18.	ปลาม้าน้ำ	Hippocaopus kuda	ฮิป-โป-แคม-ปัส คู-ด้า	น้ำเค็ม
19.	ปลาสลิดหินบัน	Abudefduf sexatilis	อะ-บู-เคฟ-คูป เซ็ก-ซา-ติ-ลิส	น้ำเค็ม
20.	ปลาสินสมุทร	Pomacanthus annularis	โท-มา-แคน-ดัส แอน-นู-ลา-ริส	น้ำเค็ม
21.	ปลาคาร์พ	Carp	คาร์พ	น้ำจืด

2.1.5 การเลี้ยงปลาสวยงามน้ำเค็ม

ตู้ปลาสวยงามน้ำเค็มจัดอยู่ในสภาพ “สมดุล” ได้ด้วยจุลินทรีย์ขนาดเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นในตู้ปลาเอง ไม่นิยมเลี้ยงพันธุ์ไม้น้ำไว้ในตู้ปลาน้ำเค็ม การรักษาระดับความเค็มของน้ำทะเลทำได้ไม่ยากนัก ปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจต่อปลาสวยงามน้ำเค็มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ปลาสวยงามน้ำเค็มมีราคาค่อนข้างสูง จัดทำได้ยากกว่าปลาสวยงามน้ำจืด

ตู้ปลาน้ำเค็ม

ปลาน้ำเค็มเลี้ยงในตู้กระจก กรอบกระจกควรทำให้แข็งแรงด้วยวัสดุที่ทนต่อน้ำเค็ม เช่น กรอบเหล็กไม่เป็นสนิม (สแตนเลส สตีล – stainless steel) หรือไม้สัก วัสดุต่าง ๆ ที่ประดับตู้ปลาก็ทนต่อความเค็มของน้ำทะเลเช่นกันและต้องไม่เป็นอันตรายต่อปลา การเลี้ยงปลาสวยงามในถังไม้หรือถังซีเมนต์นิยมเคลือบถังดังกล่าวด้วยน้ำยาเรซิน (resin) ที่ใช้สำหรับเคลือบเรือไฟเบอร์กลาส (fiberglass)

การเพิ่มออกซิเจนด้วยฟองอากาศและการกรองน้ำเค็ม ทำได้เช่นเดียวกับการเลี้ยงปลาสวยงามน้ำจืด ตู้ปลาสวยงามน้ำเค็มมีอายุอยู่ได้นานขึ้นเมื่อใช้เปลือกหอยซากปะการังปูเป็นพื้นตู้

ความหนาแน่นของน้ำทะเล

น้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงปลาสวยงามมีสารประกอบของเกลือปนอยู่ 3.0 – 3.5% การรักษาระดับของเกลือจำเป็นสำหรับการเลี้ยงปลาสวยงามทะเล ความเค็มของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นเนื่องจากการระเหยของน้ำ เราสามารถวัดความเค็มได้โดยวิธีง่าย ๆ โดยใช้วัสดุจากความถ่วงจำเพาะ เครื่องมือวัดก็คือ

ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) น้ำทะเลควรมีความถ่วงจำเพาะอยู่ในระหว่าง 1.00 – 1.025 วิธีปรับความเค็มของน้ำทะเลก็โดยทำเครื่องหมายไว้ เมื่อนำยวบก็เติมน้ำสะอาดให้ได้ระดับเดิม

การปล่อยปลาลงเลี้ยงในตู้ปลาน้ำเค็ม

เมื่อจัดตู้ปลาโดยมีปะการังและเปลือกหอยรองพื้นตู้แล้ว ใส่น้ำแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ฟองอากาศอย่างน้อย 3 วัน ในระยะแรกให้ใช้ปลาทะเลที่หาง่ายใส่ลงไปเลี้ยงดูในอัตรา 1 ตัวต่อน้ำ 40 ลิตร เลี้ยงไว้สัก 10 วันเพื่อเพาะจุลินทรีย์แล้วจึงปล่อยปลาที่ต้องการเลี้ยงแทนที่ โดยในระยะแรก ๆ ปล่อยปลาที่ต้องการเลี้ยงในอัตรา 80 ลิตรต่อตัว แล้วจึงเพิ่มปลาขึ้นทุก ๆ สัปดาห์จนที่ผู้สามารถจะเลี้ยงได้ ปลาที่โตขนาด 2.5 เซนติเมตร ควรใช้น้ำเลี้ยงอย่างน้อย 5 ลิตร

ความเป็นกรดเป็นด่างของตู้ปลาน้ำเค็ม

ตู้ปลาน้ำเค็มควรมีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5 ถึง 8.8

อาหารและการให้อาหาร

ปลาน้ำเค็มต้องให้อาหารเฉพาะอย่าง เช่น กุ้งสด สาหร่ายตากแห้ง (จี๋ย้าย) อาหารเม็ด ควรให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ปลาควรกินอาหารภายใน 5 นาที หลังจากนั้นประมาณ 10 นาที ให้ดูคน้ำทะเลที่มีเศษอาหารเหลือค้างออกเพื่อป้องกันน้ำทะเลเสีย

ชนิดของปลาที่ปล่อยลงเลี้ยง

ปลาที่ปล่อยลงเลี้ยงต้องไม่ทำร้ายกัน ปลาบางชนิดมีชีวิตรวนเวียนอยู่ใกล้ ๆ กับพวกคอกไม้ทะเล ถ้าจะเลี้ยงปลานิดนั้น ๆ ให้สวยงามและมีอายุยืน ควรจะค่อนำคอกไม้ทะเลชนิดนั้น ๆ มาเลี้ยงประดับตู้ปลาไว้ด้วย

2.1.6 การเลี้ยงปลาสวยงามน้ำจืด

การจัดตู้เลี้ยงปลาน้ำจืดให้อยู่ในสภาพ “สมดุล” เป็นงานอดิเรกของนักเลี้ยงปลาที่ใช้จ่ายเวลาและเงินตราไม่น้อยที่สุด สภาพสมดุลนี้เกิดขึ้นได้เมื่อปล่อยให้มีชนิดและจำนวนปลาพอเหมาะกับปริมาณน้ำและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ พันธุ์ไม้น้ำ ฟองอากาศ และวัสดุกรองน้ำที่พอเหมาะ สภาพสมดุลนี้เลี้ยงปลาโต 2.5 เซนติเมตรในน้ำ 4.5 ลิตร ได้อย่างน้อย 1 ตัว แต่ถ้าไม่มีฟองอากาศพันธุ์ไม้น้ำและวัสดุกรองพร้อมทั้งเทคนิคการเลี้ยงช่วยสภาพสมดุลเปลี่ยนไปเลี้ยงปลาโต 2.5 เซนติเมตรในน้ำ 9 ลิตร

อุณหภูมิปลาน้ำจืด

ปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสโดยทันทีไม่ถึงกับทำให้ปลาช็อคตาย อุณหภูมิปลาน้ำจืดอยู่ระหว่าง 20 – 24 องศาเซลเซียส ปลาพวกคาร์พชอบอยู่ใน

อุณหภูมิ 24 – 28 องศาเซลเซียส ปลาทนอุณหภูมิได้ถึง 35 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ปลามักไม่กินอาหารและบางชนิดตายได้

การให้พองอากาศและการกรอง

การกรองน้ำให้สะอาดช่วยให้บ่อปลาสะอาดและน้ำใส การให้พองอากาศเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำในบ่อปลา ทั้งสองสิ่งส่วนใหญ่สัมพันธ์กัน เครื่องให้พองอากาศหรือ“แอร์ปั๊ม” มีขายทั่วไป วัสดุสำหรับกรองน้ำใช้ใยไผ่ในลอน ก่อนกรวดหรือทรายหยาบ ๆ ที่ต้องมีสีทอง ต่างประเทศเรียก Neon Fish มีสองชนิดคือ ชนิดที่กล่าวนี้ชนิดหนึ่งและอีกชนิดหนึ่งสีแดงอย่างตรงกันข้ามและมีขนาดใหญ่กว่าด้วย เรียกว่า Cardinal Fish ทั้งสองชนิดเป็นปลาดี มีราคาและหายาก ทั้งผิมน้ำก็เก่ง บางตัวน้ำถึงหางเปื่อยตายก็มี เลี้ยงยาก แต่สวยงามจริง

2.2 บ่อเลี้ยงปลาและบ่อกรอง

บ่อเลี้ยงปลาที่จะกล่าวนี้เป็นบ่อเลี้ยงปลาเพื่อความสดชื่นสวยงามอันเป็นองค์ประกอบหนึ่งของ “สวน” องค์ประกอบของงานจัดสวนนั้นประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ ดิน หิน น้ำ และต้นไม้ ซึ่งรวมถึงหญ้าด้วย การออกแบบสวนก็คือการออกแบบโดยนำองค์ประกอบทั้งสี่มาใช้ด้วยกันแต่โดยทั้งหมดหรือไม่ก็ตาม องค์ประกอบพื้นฐานชั้นต้นก็คือพื้นที่ที่จะจัดสวน ซึ่งก็คือพื้นดิน และต้นไม้ การนำหินและน้ำเข้ามาประกอบเป็นขั้นตอนขั้นสูงขึ้นมาและดูเหมือนว่าปัจจุบันงานจัดสวน (Gardening) นั้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบพิเศษ เพราะมีผลต่องบประมาณที่จะต้องเพิ่มขึ้นการนำน้ำมาไว้ในสวนนั้นมี 4 ลักษณะใหญ่ ๆ ตามรายละเอียดของการจัดทำคือ

1. ทำบ่อน้ำ
2. ทำลำธาร
3. ทำน้ำตก
4. ทำน้ำพุ

บ่อน้ำซึ่งเมื่อทำขึ้นแล้วมักจะใช้เป็นบ่อเลี้ยงปลาด้วยโดยปริยาย ดังนั้นการทำบ่อน้ำหรือบ่อเลี้ยงปลานี้จะต้องคำนึงถึงสภาพของน้ำในบ่อ คือไม่เน่าและมีอาณาบริเวณที่พอเหมาะ กับสภาพสวนนั้น ๆ คือไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป

กฎเกณฑ์กำหนดเอาไว้ แต่เป็นเรื่องของการจัดองค์ประกอบในเชิงศิลปะ ซึ่งจะเห็นว่าการใส่ใจต่อความรู้ความสามารถในเชิงศิลปะจึงเป็นเรื่องสำคัญมากต่องาน “จัดสวน”

ลักษณะการทำบ่อเลี้ยงปลานั้นสามารถทำได้ 3 ลักษณะตามสภาพการก่อสร้างคือ

- ทำบ่อธรรมชาติ
- บ่อสำเร็จรูป
- ทำบ่อแบบก่อสร้าง

2.2.1 บ่อธรรมชาติ

ในที่นี้มีได้หมายถึงรูปร่างของบ่อ แต่หมายถึงบ่อที่เป็นบ่อที่ขุดดินออกไปเหมือนสภาพบ่อน้ำหรือสระน้ำตามธรรมชาติ เป็นคู คลอง หนอง บึง เป็นต้น บ่อในลักษณะนี้เหมาะกับพื้นที่ที่เป็นที่ลุ่มมีระดับน้ำได้ดินสูง คือเป็นที่ที่มีน้ำซึมและเอ่ออยู่ในบ่อตลอดเวลาในปริมาณที่พอเหมาะแก่สภาพคือเกือบเต็มบ่อ ซึ่งการจัดสวนทั่วไปโดยเฉพาะกับพื้นที่ต่าง ๆ เป็นพื้นที่ในโครงการบ้านจัดสรรซึ่งมักเป็นที่ถมสูงนั้น บ่ออย่างนี้จึงทำไม่ได้ บ่อน้ำในงานจัดสวนนั้นจึงเป็นบ่อที่เกิดจากการก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่

บ่อดินมักได้เปรียบบ่อปูนในเรื่องของขนาดของบ่อ เพราะสามารถสร้างให้มีพื้นที่ใหญ่มากบรรจุน้ำได้ปริมาณมาก สร้างสภาพแวดล้อมได้ใกล้เคียงกับที่ปลาคาร์พอาศัยอยู่ในธรรมชาติ จึงมักนิยมนำปลาลงเลี้ยงในบ่อดินในช่วงฤดูร้อน จะเป็นช่วงที่น้ำอุ่น และปลามีการเติบโต กินอาหารได้ดีที่สุดและนำกลับขึ้นมาเลี้ยงต่อในบ่อปูนก่อนฤดูหนาวอันแสนทรมาณมาเยือนอีกครั้ง โดยทั่วไปผู้เพาะพันธุ์จะคิดค่าบริการในการดูแลปลานขนาดอายุ 2 ปี หรือต่ำกว่าในราคาประมาณ 11,000 บาท และสำหรับปลาอายุ 3 ปี ในราคาประมาณ 18,000 บาท ต่อหนึ่งปี หรือหนึ่งฤดูกาล โดยมีเงื่อนไขอยู่ข้อหนึ่งคือ ไม่มีการรับประกันความเสียหาย ในญี่ปุ่นเองนั้น มีการเลี้ยงปลาคาร์พกันในบ่อดิน กระจายอยู่ทั่วประเทศที่มากและหนาแน่นที่สุดรวม ๆ กันคาดว่ามีหลายพันบ่อ หรืออาจถึงหนึ่งหมื่นบ่อ เพราะความเหมาะสมมีมากในแถบนั้น รอง ๆ มากี่เช่นแถบอิโรชิม่า เป็นต้น บ่อดินหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า บ่อดินเหนียว (Mud Pond) นั้นมีวิธีการทำอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมมีการพัฒนากันมา จากแปลงที่นาสำหรับปลูกข้าวมาก่อน จนพัฒนามาเป็นบ่อปลาคาร์พโดยเฉพาะที่สำคัญบ่อดินเหนียวเหล่านี้จะตั้งอยู่ในบริเวณจากธรรมชาติซึ่งในแต่ละพื้นที่ก็มีคุณสมบัติของดินเหนียว และคุณลักษณะที่ดี ดังนั้นในแต่ละพื้นที่จึงมีความเก่งกาจในเรื่องชนิดของปลาที่ผลิตได้ดีกว่าบริเวณที่ผลิตประเภทที่มีสามสี เช่น โชวว่า ชันเกะ ได้ดี เพราะมีคุณลักษณะของดิน และน้ำที่เหมาะสม บางคนเข้าใจว่า ปลาที่อาศัยอยู่ในบ่อดินเติบโตเร็วเพราะมีอาหารตามธรรมชาติมากมาย ได้รับอาหารเสริมและแร่ธาตุที่มีประโยชน์จากธรรมชาติแต่จริง ๆ อาหารเหล่านี้ยังมีไม่เพียงพอผู้เลี้ยงจึงจำเป็นต้องวนเวียนมาให้อาหารทุกวัน ความไม่สะดวกสบายด้านที่พักอาศัย จึงมักให้อาหารได้เพียง 1-2 ครั้งต่อวันเท่านั้น จนกระทั่งฟาร์มปลาที่มีชื่อเสียงบางแห่งมีการติดตั้งเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติขึ้นให้สามารถให้อาหารได้มากและบ่อยขึ้น อาจมากถึง 4-5 ครั้งต่อสัปดาห์ทำให้ปลาโตมากขึ้น และมีรูปร่างที่สมบูรณ์กว่าเดิม

2.2.2 บ่อสำเร็จรูป

บ่อสำเร็จรูป(หล่อด้วยปูนซีเมนต์เสริมเหล็ก) บ่อลักษณะนี้ถือเป็นบ่อพื้นฐานที่เจ้าของบ้านสามารถซื้อมาติดตั้งโดยขุดดินแล้วฝังบ่อลงไป ใส่ น้ำเลี้ยงปลาหรือปลูกไม้ น้ำได้ทันที ขนาดที่ทำขายนั้นมักจะทำให้กับสถานที่ที่ไม่กว้างขวาง คืออยู่ในเกณฑ์ประมาณ 1-3 ตารางเมตร ถ้าจะใช้เป็นบ่อปลาก็ยังเป็นบ่อปลาเล็ก ๆ เลี้ยงปลาเล็ก ๆ และอยู่ในสถานที่หรือมุมเล็ก ๆ เท่านั้น บ่อแบบนี้เป็นบ่อ

พื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการบ่อเลี้ยงปลาที่ไม่ต้องการลงทุนมาก และไม่พิถีพิถันต่อรูปแบบนัก (ซึ่งจริง ๆ แล้วไม่ควรจะเป็นอย่างนั้น) บ่อแบบนี้มักมีรูปร่างแบบผีกถั่วลิสง รูปกระดุกคือหัวท้ายบาน คอคกลาง หรือเป็นแบบใบบัว



ภาพที่ 2.2 แสดงบ่อสำเร็จรูป

2.2.3 บ่อแบบก่อสร้าง

การสร้างบ่อปลาคาร์พนั้นมิได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นรูปแบบเรขาคณิต เช่น ทรงสี่เหลี่ยมหรือจะเป็นรูปทรง แบบพรีฟอร์ม เลียนแบบบ่อน้ำตามธรรมชาติบ้างก็จัดเป็นสวนหินเพื่อความสวยงามการสร้างบ่อแบบต่าง ๆ เพื่อทำการบำบัดปรับปรุงคุณภาพน้ำ ส่วนใหญ่แล้วบ่อที่กล่าวมาจะมีการวางระบบการดึงน้ำโดยผ่านทางสะดือบ่อ ที่มักจะวางตำแหน่งอยู่ที่บริเวณกลางบ่อเลี้ยงปลา และมักวางทิศทางน้ำอยู่ในด้านใดด้านหนึ่งออกแบบทำให้กระแสน้ำให้หมุนเป็นทิศทางแบบวงกลม เพื่อช่วยกวาดที่ปลาลงไปยังสะดือบ่อ

การก่อสร้างบ่อเลี้ยงปลาสามารถทำได้หลายวิธีโดยยึดหลักการเดียวกันว่าต้องแข็งแรง และไม่รั่วซึม ส่วนจะทำให้ดูเป็นธรรมชาติ หรือเป็นการประดิษฐ์นั้นขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบดังนั้นการออกแบบก่อสร้างจึงอาศัยพื้นฐานทางการก่อสร้างประกอบกับการคิดค้นหรือประยุกต์กรรมวิธีเพิ่มเติมเพื่อให้บ่อมีความแข็งแรง ไม่รั่วซึมและมีรูปแบบตามต้องการ ขั้นตอนของการทำบ่อเลี้ยงปลา มีดังนี้

- ขุดดินออกเพื่อกำหนดรูปบ่อ
- ตอกเสาเข็ม
- เทพื้นบ่อ
- เทผนังบ่อ
- ตกแต่งผนังบ่อ (ตามการออกแบบนั้น ๆ)

ในขั้นตอนของการตอกเสาเข็มนั้นยังมีความเข้าใจผิดกันอยู่มาก เพราะไม่ว่าจะทำบ่อแบบใด รูปร่างใด ขนาดใด จะต้องตอกเสาเข็ม บางครั้งเราไม่จำเป็นต้องตอกเสาเข็มเลย เพราะดินสามารถรับน้ำหนัก (น้ำ) ในบ่อได้อยู่แล้วตามธรรมชาติ ไม่เช่นนั้นแม้ว่าน้ำล้นล้นลงหนองบึงก็จะคงอยู่ไม่ได้ การตอกเสาเข็มสำหรับบ่อน้ำหรือบ่อเลี้ยงปลานั้นจะทำหน้าที่ 2 ประการ คือรับน้ำหนักน้ำและยึดตัวบ่อ

ไม่ให้ “ลอย” ขึ้น ในกรณีที่ไม่มีย่านบ่อ การลอยตัวขึ้นของตัวบ่อก็เนื่องจากน้ำใต้ดินเอ่อขึ้นมาและดันตัวบ่อให้ลอยขึ้นทั้งสองกรณีนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของบ่อ และระดับน้ำใต้ดิน ถ้าบ่อไม่ใหญ่นัก คือไม่เกิน 5 ลูกบาศก์เมตร (บ่อลึก 1 เมตร) และระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่ากันบ่อ เสาเข็มนั้นก็ไม่จำเป็นต้องใช้ แต่ถ้าต้องใช้เสาเข็มจะต้องก่อสร้างให้ถูกวิธี คือต้องให้เสาเข็มยึดตัวบ่อเอาไว้ได้ มิใช่รับน้ำหนักบ่อแต่เพียงอย่างเดียว ในกรณีที่ขนาดบ่ออยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน 6 ตารางเมตร และน้ำใต้ดินอยู่ในระดับต่ำกว่าความลึกของบ่อ ผู้เขียนจะไม่ตอกเสาเข็มเลย

การเทพื้นบ่อและการทำผนังบ่อนั้น ในขั้นตอนแรกคือต้องป้องกันน้ำรั่วซึม ในกรณีทั่วไปมักจะเทพื้นทำผนังบ่อแล้วขัดมัน (ด้วยปูนซีเมนต์) ซึ่งเชื่อกันว่าจะช่วยป้องกันน้ำรั่วซึมได้ ในความเป็นจริงแล้วก็มีส่วนอยู่บ้าง แต่ “เนื้อ” ของพื้นและผนังบ่อนั้นจะมีส่วนในการกันน้ำมากกว่า พื้นบ่อโดยทั่วไปจะเป็นพื้นคอนกรีต หรือคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังบ่อก็มักจะเป็นลักษณะเดียวกัน

แต่เนื่องจากผนังบ่อมีความลาดชัน (มาก) การทำผนังจะยากกว่า หากเป็นการเทคอนกรีต จะต้องทำไม้แบบโดยรอบ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการก่อสร้างที่ง่ายและได้ประสิทธิภาพการตั้งไม้แบบ ผูกเหล็ก เทคอนกรีต ดูจะเป็นการยากและเสียสละเวลาในการเตรียมการมาก โดยเฉพาะแบบที่มีรูปร่างธรรมชาติมาก โดยเฉพาะแบบที่มีรูปร่างธรรมชาติยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ง่ายกว่าตั้งไม้แบบ คือผูกเหล็กเป็นโครงแล้วก่ออิฐมอญเรียงเป็นผนังตามรูปบ่อให้มีช่องว่างระหว่างผิวบ่อกับผนังอิฐ แล้วจึงเทคอนกรีตลงไป จากนั้นก็ฉาบปูนทับอิฐก่อ ตกแต่งให้เรียบร้อย แม้ว่าวิธีนี้จะง่ายกว่าแบบแรก แต่จะเปลืองทั้งคอนกรีตและอิฐมอญกับปูนฉาบ และยังเกินความจำเป็นในเรื่องของความแข็งแรงอีกด้วย

วิธีการที่ดูว่าจะมีความง่าย ก่อสร้างได้รวดเร็ว และป้องกันการรั่วซึมได้แน่นอนก็คือใช้ผืนพลาสติกปูลงในส่วนทั้งหมดโดยก่อนปูจะต้องเทคอนกรีตพื้นบ่อเสียก่อนหลังจากนั้นจึงวางโครงเหล็กหรือลวดด้ายอย่างหนาตามรูปบ่อแล้วโอบปูนทับ โดยวิธีพอกปูนหนาขึ้นเรื่อย ๆ จนหุ้มโครงเหล็กนั้น จากนั้นก็แต่งผิวบ่อตามต้องการวิธีการนี้อาจผสมน้ำยากันซึมลงในส่วนปูนซีเมนต์หรือไม่ได้ เพราะตัวที่กันน้ำซึมนั้นคือแทนพลาสติกซึ่งผลิตขายสำหรับปูบ่อน้ำโดยเฉพาะ

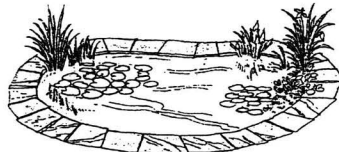
ในกรณีที่ออกแบบบ่อน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมเราสามารถตั้งแบบเทคอนกรีตหรือก่ออิฐมอญฉาบปูนขัดมันได้ ซึ่งกลายจะเป็นวิธีการที่ง่ายกว่าการใช้ผืนพลาสติก เพราะความเรียบง่ายของรูปทรงบ่อทำให้การเทคอนกรีต การก่ออิฐ การฉาบปูน แต่ปูนและขัดมันทำได้สะดวก มีประสิทธิภาพสามารถกันน้ำซึมออกได้

สำหรับการก่อสร้างสระและบ่อนั้น เรายังอาจแยกได้เป็น 2 แบบคือ

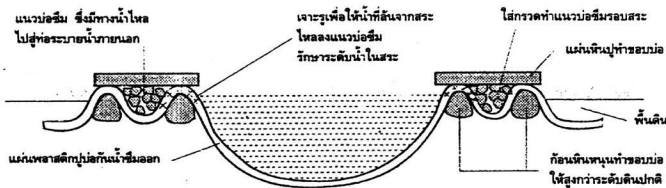
1. ขุดลงในดิน
2. ก่อขึ้นบนพื้นดิน

ทั้งสองชนิดนี้ทำได้ทั้งสระแบบประดิษฐ์และแบบธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับรูปทรงและการตกแต่งขอบบ่อให้อยู่ในแนวใด บ่อที่ขุดลงดินอาจมีขอบบ่อเป็นรูปเรขาคณิตก็ได้ความรู้สึกว่าเป็นบ่อ

ประดิษฐ์ แต่บ่อที่ก่อกขอบสูงยกเหนือระดับพื้น แม้จะมีรูปลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม หากตกแต่งด้วยพันธุ์ไม้ต่าง ๆ กับก้อนหินหลากชนิด ก็ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ



สระขุดลงในดิน รูปทรงกึ่งธรรมชาติ
ตกแต่งขอบบ่อด้วยแผ่นหิน
จึงเป็นสระที่ผสมผสานระหว่างแบบประดิษฐ์และแบบธรรมชาติ

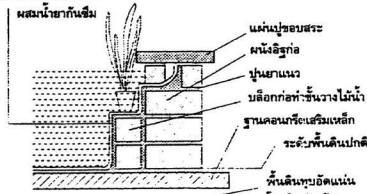


ภาพตัดแสดงการปูกันและผนวมบ่อที่ขุดลงในดิน และแนวท่อซีเมนต์ที่ทำรอบซีเมนต์กรวดไว้โดยรอบเพื่อให้ น้ำซึมไหลได้ รักษาระดับน้ำในบ่อให้คงที่



สระแบบประดิษฐ์ที่ก่อขึ้นบนพื้นดิน

แผ่นพลาสติกปูบ่อและกั้นเบ่อหรือฉาบด้วยคอนกรีตหรือฉา



ภาพตัดของบ่อน้ำที่ก่อขึ้นบนพื้นดิน

ภาพที่ 2.3 แสดงการสร้างบ่อและสระ

เรื่องของการอาหารโดยมากเน้นการเลียนแบบธรรมชาติ ยกเว้นลำธารในอาคารหรือสวนแบบโมเดิร์น ลำธารอาจเป็นรูปทรงของแบบประดิษฐ์หรือเรขาคณิตได้ ในธรรมชาติของลำธารมักเป็นก้อนหิน ก้อนกรวดหลายขนาด มีพันธุ์ไม้ขึ้นแซมบ้างเล็กน้อย ก้นลำธารเต็มไปด้วยก้อนกรวดและจะไหลจากที่สูงลงต่ำ ธารน้ำในสวนที่ออกแบบเอง ต้องคำนึงถึงจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย เช่น ต้นน้ำเป็นน้ำตกและไหลรินลงสู่แอ่งหรือบ่อ หรือต้นน้ำเป็นบ่อน้ำซึ่งไหลไปตามลำธารที่ทอดลงสู่บ่อล่าง หรือต้นน้ำจะไหลเวียนย้อนกลับมาโดยเครื่องสูบน้ำ ไม่ว่าต้นน้ำจะเป็นภูเขา น้ำตก หรือบ่อน้ำก็ตาม ต้องประมาณ

ปริมาณน้ำที่จะไหลจากต้นน้ำไปตามลำธารสู่บ่อหรือแอ่งล่าง โดยให้บ่อล่างมีความจุเพียงพอที่จะรับน้ำจำนวนดังกล่าว ขณะเดียวกันก็ยังมีความจุเผื่อไว้สำหรับน้ำส่วนหนึ่ง ซึ่งจะถูกเครื่องสูบน้ำสุกลับไปเพื่อหมุนเวียนสูดต้นน้ำ มิฉะนั้นจะไม่มีน้ำพอหมุนเวียน ทำให้น้ำขาดตอน น้ำในลำธารแห้ง

สำหรับระดับความสูงต่ำระหว่างบ่อบน ลำธารและบ่อล่างอาจทำให้มีระดับสูงต่ำเหมือนในธรรมชาติจริง ๆ ก็ได้หรืออาจมีระดับเท่ากันหมดโดยไม่ต้องคำนึงถึงหลักที่ว่าน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอก็ได้ เพราะเราสามารถใช้เครื่องสูบน้ำที่มีกำลังพอเพียงดึงน้ำไหลหมุนเวียนได้ด้วยแรงของสิ่งประดิษฐ์ จึงไม่ต้องอาศัยแรงธรรมชาติเหมือนของจริง

หากบ่อบนภูเขา น้ำตก ไม่ต้องนำปริมาตรของน้ำบนภูเขา น้ำตกมาคิดเรื่องปริมาตรเท่าใดนัก เพราะแอ่งน้ำบนภูเขา น้ำตกไม่จำเป็นต้องใหญ่โตมากนัก เพียงแต่ให้มีความจุน้ำเพียงพอสำหรับล้นไหลลงสู่แอ่งน้ำลำธารด้านล่างดังนั้น ปริมาตรของบ่อล่างจึงต้องคำนึงจากปริมาตรของลำธารและระยะทางที่น้ำไหลผ่านลำธารเพื่อกันไม่ให้ น้ำแห้งดังที่กล่าวไว้แล้ว

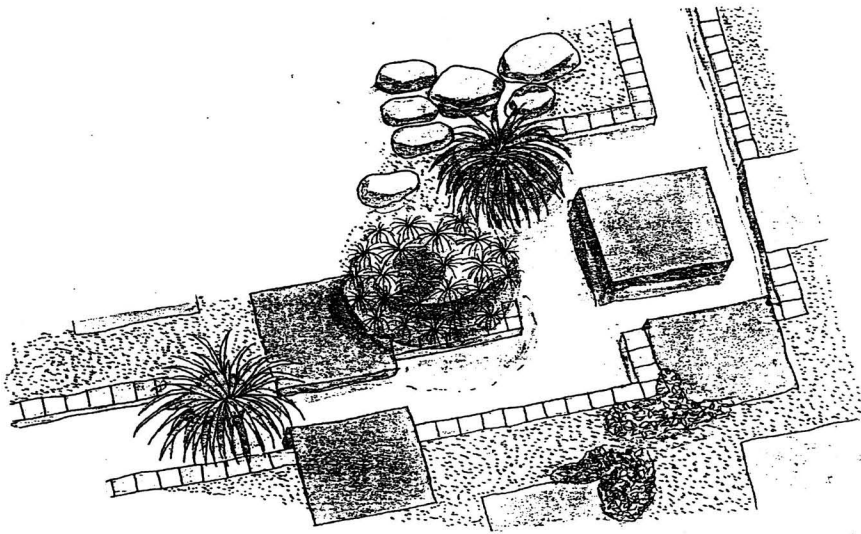
2.2.4 การสร้างบ่อกรอง

ความสำคัญของบ่อน้ำหรือบ่อเลี้ยงปลาอีกประการหนึ่งก็คือในบ่อน้ำในบ่อจะต้องไม่เน่าหรือมีตะไคร่ขึ้นขึ้น การป้องกันพอจะแยกได้ดังนี้

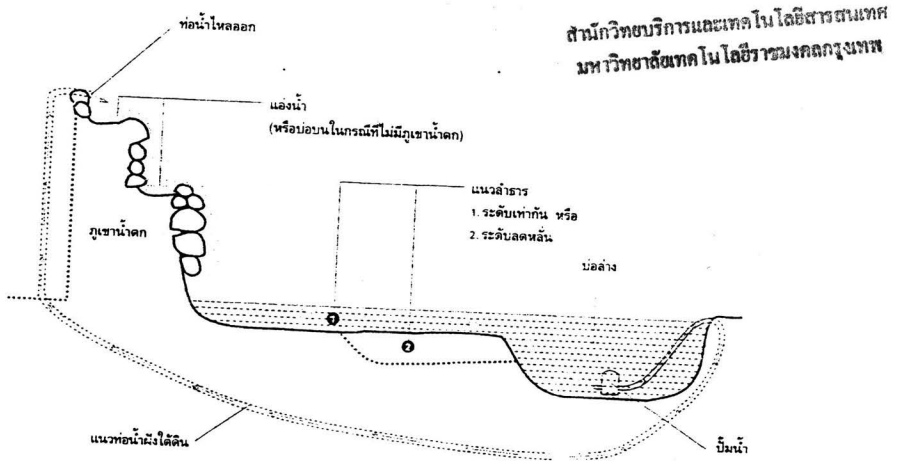
- วางทำเลของบ่อที่รับแสงแดดน้อยที่สุดเพื่อป้องกันการเกิดตะไคร่
- ทำให้น้ำมีการหมุนวนหรือได้รับออกซิเจนเพื่อป้องกันการเน่า
- ปลูกไม้น้ำเพื่อช่วยปรับสภาพบ่อให้เป็นธรรมชาติ
- ทำบ่อกรองน้ำ

ในกรณีที่มีการเลี้ยงปลา โดยเฉพาะพวกแฟนซีคาร์พ จำเป็นจะต้องให้ออกซิเจนแก่ปลา การติดตั้งท่อพ่นอากาศสำหรับบ่อเลี้ยงปลาเช่นนี้เป็นเรื่องจำเป็น ขณะเดียวกันก็ต้องทำบ่อกรองน้ำเพื่อให้ น้ำในบ่อสะอาดอยู่อย่างสม่ำเสมอ การทำบ่อกรองนี้สามารถใช้ได้กับบ่อเลี้ยงปลาธรรมดา เพราะบ่อกรองจะช่วยป้องกันการเน่าเสียของน้ำได้ประการหนึ่ง

การทำท่อนอากาศและการทำบ่อกรองเป็นขั้นตอนของการทำบ่อปลาที่ยั่งยืนเหมาะกับบ่อที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และเลี้ยงปลากันเป็นเรื่องราว การสร้างบ่อจะต้องมีการเดินท่อน้ำต่างๆ เอาไว้ล่วงหน้าและเป็นเรื่องยุ่งยากเกินกว่าที่เจ้าของบ้านจะทำเองได้ แต่เพื่อความเข้าใจแสดงภาพหัวของท่อน้ำต่าง ๆ ของระบบน้ำและบ่อกรองเอาไว้ให้พิจารณา ท่อน้ำนั้นจะมีการเลี้ยงปลาหรือไม่ หรือเป็นบ่อลักษณะใด ระดับหนึ่งของท่อน้ำนั้นจะต้องอยู่ในระดับสูงสุดของระดับน้ำในบ่อที่ต้องการในกรณีที่ฝนตก น้ำส่วนเกินก็จะล้นออกไปทางท่อนี้ ซึ่งจะต้องต่อไปลงท่อบายน้ำภายในสนามนั้น ๆ ขณะเดียวกันอาจจะต้องตอกก้นน้ำสำหรับเติมน้ำทดแทนการระเหยของน้ำด้วย ในกรณีที่เป็นบ่อการระเหยของน้ำด้วย ในกรณีที่เป็นบ่อค่อนข้างใหญ่ เช่นน้ำตั้งแต่ 3 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป การล้างทำความสะอาดโดยเฉพาะการวิดน้ำออกจะต้องใช้เวลาานาน ดังนั้นควรทำสะดือบ่อแล้วติดตั้งปั้มน้ำหรือไคโรไว้เพื่อดูดน้ำทิ้งจะทำให้ทุ่นเวลากว่ามาก ระบบปั้มน้ำดังกล่าวสามารถติดตั้งแล้วและต่อท่อไปทำระบบฟ่นอากาศได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.4 แสดงลำธารแนวประดิษฐ์ซึ่งเหมาะกับอาคารแบบโมเดิร์นหรืออาคารสำนักงาน



ภาพที่ 2.6 แสดงภาพแสดงระดับและแนวการไหลของน้ำจากภูเขาน้ำตก ลำธารและบ่อล่าง

น้ำตกก็แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบธรรมชาติและแบบประดิษฐ์เช่นกัน

น้ำตกรูปแบบธรรมชาติมักก่อเป็นเขาเตี้ย ๆ ซึ่งก่อให้เกิดหลายรูปทรง จัดให้น้ำรินไหลในชั้นหลายชั้นได้ตามขอบตลอดจนบังคับการไหลของน้ำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ ส่วนน้ำตกแบบประดิษฐ์ก็เน้นเส้นและโครงสร้างได้ตามแบบที่ต้องการ

การสร้างน้ำตกในสวนของเราควรคิดถึงจากหลังที่สวยงามเป็นธรรมชาติด้วย ในป่าจริง ๆ น้ำตกมีที่มาจากเขาสูงลดหลั่นเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นถูกบังคับด้วยไม้ใหญ่น้อยจนมองไม่เห็นที่มาของต้นน้ำชัดเจน หากจะดูต้นน้ำจริง ๆ ก็ต้องปีนป่ายผ่านป่าเขาดังกล่าวนี้นั้นไปเสียก่อนเพราะฉะนั้น ภูเขาน้ำตกที่จัดสร้างขึ้นจึงอาจอยู่ชั่วคราว แต่ก็ไม่ควรคิดจนเกินไป จะทำให้เข้าไปดูและหรือซ่อมแซมท่อน้ำหรือสิ่งอื่น ๆ ไม่สะดวก และเพื่อให้มุมมองของน้ำตกงดงามขึ้นอย่างธรรมชาติจริง ๆ เราจึงน่าจะปลูกไม้ใหญ่ไม้พุ่มไว้ด้านหลังของน้ำตก นอกจากเป็นฉากหลังที่สวยงาม ยังช่วยบดบังภาพตึก เสาไฟฟ้า หรืออาคารข้างเคียง ตลอดจนรั้วคอนกรีต ทำให้น้ำดูยิ่งขึ้น อยู่่าปลูกต้นไม้ชิดด้านหลังน้ำตกมากไปจนเข้าไปดูแลยาก ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับที่อธิบายไว้แล้วในกรณีของรั้ว

ส่วนน้ำตกแบบประดิษฐ์ คงไม่มีปัญหาเรื่องฉากหลังมากนัก เพราะรูปแบบออกมาค่อนข้างแข็งแรง มักเน้นเส้นสายโครงสร้างแบบเรขาคณิต แต่เราอาจเลือกใช้วัสดุที่สวยงามด้วยสีและคุณภาพแทน เช่น น้ำตกแบบติดตั้งกับกำแพง ซึ่งมักเป็นรูปหัวสัตว์ต่าง ๆ พ่นน้ำลงในอ่างทรงเรขาคณิต เราก็อาจสร้างกำแพงด้วยวัสดุที่เข้ากับน้ำตกอย่างนี้ เช่น เป็นกำแพงหินกาบ หินอื่น ๆ ก็ได้

ทั้งสองประเภทนี้ค่อนข้างเหมาะสมกับสวนในพื้นที่อื่น ๆ ก็ได้ ทั้งสองประเภทนี้ค่อนข้างเหมาะสมกับสวนในพื้นที่จำกัดและอาคารแบบโมเดิร์น

(บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด 2543 : 174)

2.2.4.1 โครงสร้าง

ไม่ว่าจะเป็นบ่อสระ หรือภูเขา น้ำตก และลำธารล้วนต้องมีการคำนวณโครงสร้างเพื่อความคงทน แข็งแรงและปลอดภัย

สิ่งที่ต้องนำมาคำนวณก็คือ ขนาด ความลึก ความจุ น้ำหนักน้ำ น้ำหนักหิน เป็นต้น

ขอกล่าวถึงเรื่องของบ่อและสระก่อน

ดังที่กล่าวไว้บ้างแล้วถึงรูปแบบของบ่อ สระ ว่ามีทั้งชนิดที่ขุดลงในดินและก่อสร้างเป็นผนังกันน้ำสูงจากระดับพื้นดิน

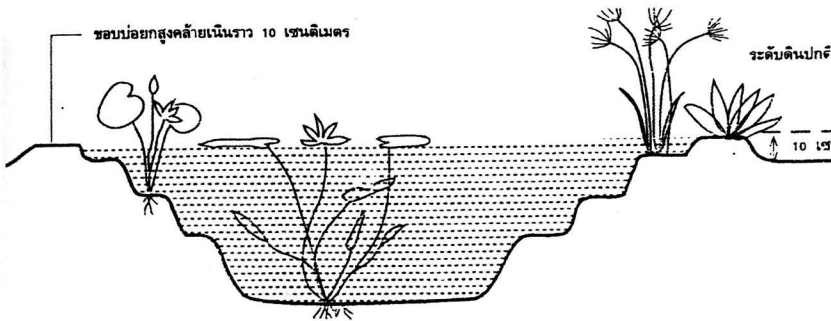
บ่อ สระซึ่งทำด้วยคอนกรีตมีข้อดีที่สามารถกำหนดรูปแบบ ขนาดความลึกได้ดังต้องการ แต่ต้องมีโครงสร้างแข็งแรง รับน้ำหนักน้ำและสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ได้เพียงพอมิฉะนั้น ผนังบ่อ ขอบบ่อจะแตกร้าว น้ำซึมออกได้

แต่เราสามารถทำบ่อ – สระที่ขุดลงในดินอย่างง่าย ๆ ก็ได้ เป็นบ่อดินอย่างธรรมชาติ ไม่จำเป็นต้องฝังเสาเข็มรับน้ำหนัก

บ่อดินเหล่านี้จะกว้าง – ลึกแค่ไหนก็ได้แล้วแต่ความต้องการ จุดประสงค์ก็คือ กักน้ำไว้โดยไม่ไหลซึม ถ้าจะเลี้ยงปลาก็ต้องดูตามชนิดที่จะเลี้ยง ขนาดความลึกเหล่านี้ใช้ได้ทั้งบ่อดินและบ่อปูน

1. ปลาไทยขนาดใหญ่ จำพวกปลารวด ปลาสลัด ปลาทราย ปลาสวาย ปลาเทโพ ความลึกอย่างน้อย 1 เมตร ไม่เกิน 1.50 เมตร
2. ปลาขนาดกลาง เช่น ปลาเสือ ปลาเสือตอ ปลาแคร์ฟ (ไม่เหมาะกับบ่อดิน) ระดับน้ำควรลึกรวม 80 เซนติเมตร
3. ปลาขนาดย่อม เช่น ปลานิล ปลานิลแดง ปลาตะเพียน ปลาหางแดง ปลากระดี่ กระตี่ นางฟ้า น้ำลึกราว 50 – 60 เซนติเมตร
4. ปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาเงินปลาทอง ปลาสอด ปลาหางนกยูง น้ำลึกแค่ 30 – 40 เซนติเมตรก็ได้

บ่อดิน จะเป็นทรงเหลี่ยม กลม รี หรือทรงธรรมชาติก็ได้ กำหนดรูปร่างบางอย่างง่าย ๆ ด้วยการโรยปูนขาวเป็นแนว หรือใช้เชือกเส้นใหญ่วางเป็นแนวร่างตามต้องการ ขุดดินให้ได้ระดับลึกตามชนิดของปลาที่จะเลี้ยงแต่ถ้าเป็นบ่อปลูกไม้น้ำอย่างเดียว ลึกแค่ 50 – 60 เซนติเมตรก็พอ หากเป็นบ่อที่ปลูกบัวสายที่ต้องการระดับน้ำลึกพอควร อาจลึกราว 1.50 เมตร ตรงส่วนกันบ่อ ผนังบ่อค่อย ๆ แต่งให้ลาดลงคล้ายขั้นบันได ไม่ที่ขอบตื้นลึกต่างกันจะขึ้นได้ง่าย



ภาพที่ 2.7 แสดงด้านตัดของบ่อดิน

บริเวณขอบบ่อควรพูนเป็นเนินสูงจากระดับพื้นปกติราว 10 เซนติเมตร เพื่อกันน้ำสกปรก น้ำเอ่อไหลมาจากการรดต้นไม้ และน้ำฝนไหลเข้าปะปนในบ่อ

แม้จะเป็นบ่อสร้างด้วยคอนกรีต ก็ต้องตกแต่งขอบบ่อให้มีลักษณะดังนี้ด้วย ยกเว้นบ่อคอนกรีตที่ก่อสูงชันจากพื้นดินโดยมีแนวพื้นดินเป็นกันบ่อ เพราะผนังและขอบบ่อสูงกว่าระดับพื้นปกติอยู่แล้ว

เมื่อตกแต่งขอบบ่อได้รูปแล้ว กรุด้วยแผ่นพลาสติกสำหรับปูพื้นบ่อ ซึ่งมีกาสำหรับต่อระหว่างแผ่นหากกว้างยาวไปพอเพียง จากนั้นไถดินเหนียวทับหนาราว 10 เซนติเมตร เพื่อปลูกไม้น้ำได้ อาจโรยทรายหยาบทับที่กันบ่อหรือพื้นผิวแนวราบเพื่อช่วยให้น้ำไลขึ้น แต่ต่อไปถ้าไม้น้ำเติบโตเต็มที่รากจะช่วยดูดกรองตะกอนดินให้ไลขึ้น

บางพื้นที่มีระดับน้ำได้ดินค่อนข้างสูง ถ้าเป็นบ่อเล็ก ๆ ลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร กว้างไม่เกิน 1.50 เซนติเมตร ไม่ต้องกรุพลาสติกก็ได้ ดูว่าระดับน้ำสูงเพียงพอใกล้ขอบบ่อหรือไม่ อาจใช้ปลูกไม้น้ำเพียงอย่างเดียว ไม่เลี้ยงปลา แต่คอยเติมน้ำให้บ้าง ถ้าระดับน้ำได้ดินต่ำเกินไป อาจไถดินเหนียวตรงช่วงกันบ่อหน่อย รวมทั้งผนังบ่อด้วยเพื่อให้กักน้ำได้ดีขึ้น

ข้อคิด บ่อดินซึ่งมีผนังเป็นดินเหนียว หรือไถดินเหนียวทับแผ่นพลาสติกปูบ่อ ไม่ต้องตอกเสาเข็มรับน้ำหนักจึงไม่เหมาะกับทางเดินข้ามน้ำ ควรเป็นสะพานจะดีกว่า และไม่ควรติดตั้งน้ำพุ น้ำตก เพราะดูแลยาก การปลูกไม้น้ำในบ่อดินช่วยทำให้เกิดออกซิเจน และรากไม้น้ำดูดตะกอนดินจึงทำให้น้ำไลขึ้น ไรย์ทับกันบ่อด้วยทรายหยาบ ช่วยกรองน้ำให้ใสได้ด้วยเช่นกัน

2.2.4.2 บ่อ สระคอนกรีต โดยมากมีความลึกราว 1 เมตร รูปทรงแบบธรรมชาติหรือประดิษฐ์ก็ได้ การตอกเสาเข็มรับน้ำหนักเพื่อความแข็งแรง ใช้เข็มยาว 3 เมตร 1 ต้น ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

แต่ถ้าน้ำลึกน้อยกว่า 1 เมตร ใช้เสาเข็มยาว 2 เมตร 1 ต้น ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

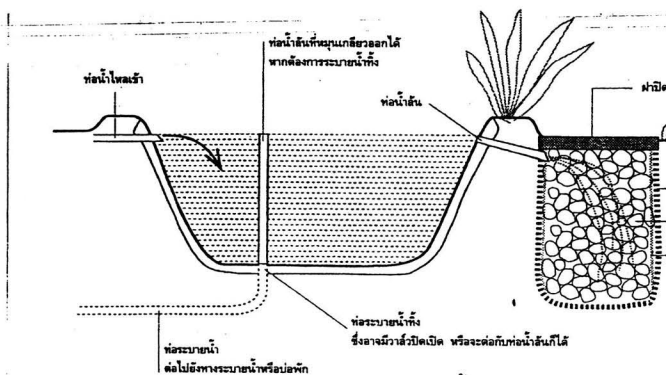
น้ำลึกไม่เกิน 1.50 เมตร ใช้เสาเข็มยาว 3 เมตร 1 ต้น ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

น้ำลึกกว่า 2.00 เมตร (ซึ่งอาจลึกไปสำหรับสระในสวนทั่วไป) ใช้เสาเข็มยาว 4 เมตร 1 ต้น ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

หลังจากลงเสาเข็มแล้ว ผูกเหล็กตะแกรงเทคอนกรีตฉาบผนังและกันบ่อด้วยคอนกรีตผสมน้ำยากันซึม ชัดผิวมัน

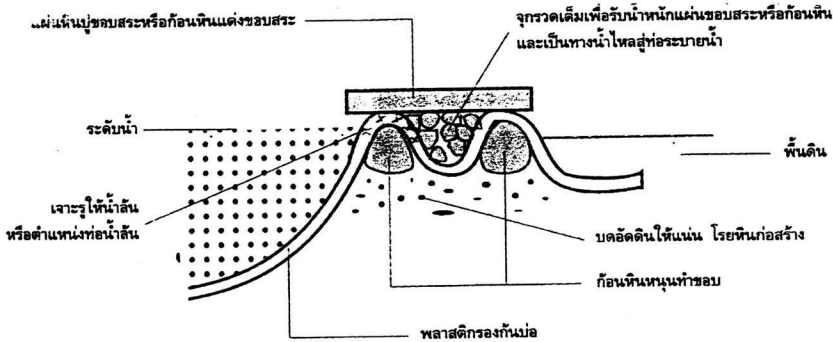
บ่อหรือสระเหล่านี้ต้องติดตั้งท่อน้ำสำหรับถ่ายน้ำเข้าออกด้วย เพื่อความสะดวกในการเติมน้ำ หรือถ่ายน้ำออกสำหรับรักษาความสะอาด ท่อน้ำเข้าอยู่ด้านบน ท่อน้ำเสียระบายออกด้านล่าง ติดตั้งไว้บริเวณกันบ่อที่ดีที่สุด ควรพิจารณาสำหรับปล่อยน้ำจะสะดวกขึ้น นอกจากนี้ บริเวณขอบบ่ออาจมีท่อน้ำสำหรับระบายน้ำกันน้ำเอ่อล้นหากเกิดฝนตกหรือน้ำท่วมด้วย ปากท่อน้ำทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำไหลเข้า ท่อระบาย หรือท่อน้ำล้น ควรติดตะแกรงกรองเศษใบไม้หรือปลาด้วย เพื่อไม่ให้ท่อน้ำสกปรกง่ายหรือปลาถูกดูดหรือว่ายออกไปตาย

ท่อน้ำล้นอาจติดตั้งต่อเนื่องกับท่อระบายน้ำกันบ่อหากน้ำเอ่อก็จะไหลเข้าปากท่อน้ำล้น และไหลไปตามท่อระบายน้ำสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ หรือเข้าบ่อพักเสียก่อนก็ได้ อีกประเภทอาจติดตั้งตรงขอบบ่อ และต่อท่อออกไปสู่บริเวณพักน้ำหรือบ่อซึมซึ่งมีลักษณะคล้ายบ่อบรรจุหินหรือกรวดอยู่ใต้ดิน เมื่อน้ำไหลเอ่อจากบ่อก็จะมีช่องว่างสำหรับน้ำไหลซึมไปได้รวดเร็วกว่าเนื้อดินธรรมดา



ภาพที่ 2.8 แสดงด้านตัดของสระน้ำและบ่อกรอง

ข้อคิดที่ (1) ท่อน้ำล้นน่าจะเลือกใช้พีวีซีเทาเพื่อพรางตาไม่ให้เห็นเด่นชัดนัก หรือถ้าเป็นท่อสีฟ้าและสีอื่น ๆ ที่สะดุดตาอาจสวมปากท่อเดิมด้วยท่อสีเทาก็ได้ ติดแผ่นตาข่ายลวดหรือแผ่นตาข่ายพลาสติกโสร่งสีเทา สีดำ กรองตรงปากท่อด้วยเพื่อกันปลาหลุดออกไป หรือใบไม้และตะไคร้เข้ามาติดในท่อหรือเครื่องสูบน้ำ หมั่นตรวจดูเศษใบไม้และสิ่งสกปรกที่ติดตรงชายกรอง แล้วกำจัดออกเสีย



ภาพที่ 2.9 แสดงระบบของบ่อน้ำบาด

บ่อใส่หินหรือกรวดนี้ทำด้วยตะแกรงลวดขนาดใหญ่คล้ายตะกร้าโปร่งหรือถึงนั่นเอง ควรตรวจระดับน้ำใต้ดินเสียก่อน เพราะไม่ควรฝังถึงกรวดนี้ลึกกว่าระดับน้ำใต้ดินอาจเสี่ยงโดยขยายดังให้กว้าง แต่ดิน บุนนังภายในด้วยตาข่ายในลอน ไม่ต้องบุบริเวณกันถึง เพราะน้ำจะไหลเข้า ตรงผนังบุนนังในลอนไว้เพื่อกันดินจากภายนอกไหลเข้ามาแทรกในถึงปะปนกับกรวด ทำให้น้ำระบายได้ช้า ตรงฝาถึงอาจทำเป็นแผ่นไม้ปิดไว้คล้ายที่ปิดบนบ่อพักบ่อกรองนั่นเอง

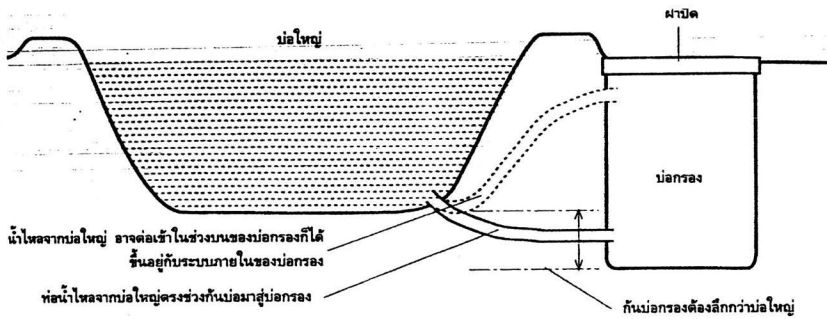
ข้อคิด (2) ถ้าไม่ได้ทำที่พิกน้ำหรือบ่อซึมขนาดใหญ่ดังกล่าวนี้ เพราะยุ่งยากเกินไป หรือเป็นบ่อเล็ก ๆ ในสวนขนาดย่อม ซึ่งมีเนื้อที่จำกัด น่าจะทำแนวระบายน้ำไว้รอบขอบสระ ซึ่งมีทางน้ำไหลไปตามแนวระบายนี้สู่ทางระบายน้ำภายนอก ในแนวระบายน้ำนี้จุกขวดไว้เต็มคล้ายการทำงานของบ่อซึมนั่นเอง ขอบสระที่มีแนวระบายโดยรอบช่วยให้ดินรอบ ๆ สระไม่เฉอะแฉะ

2.2.4.3 บ่อกรอง

กรณีที่เลี้ยงปลาในบ่อหรือสระคอนกรีต ควรติดตั้งบ่อกรองไว้ใกล้ ๆ ด้วย จะทำให้บ่อสกปรกช้าลง บางครั้งอาจล้างบ่อแคปีละหนึ่งก็ได้

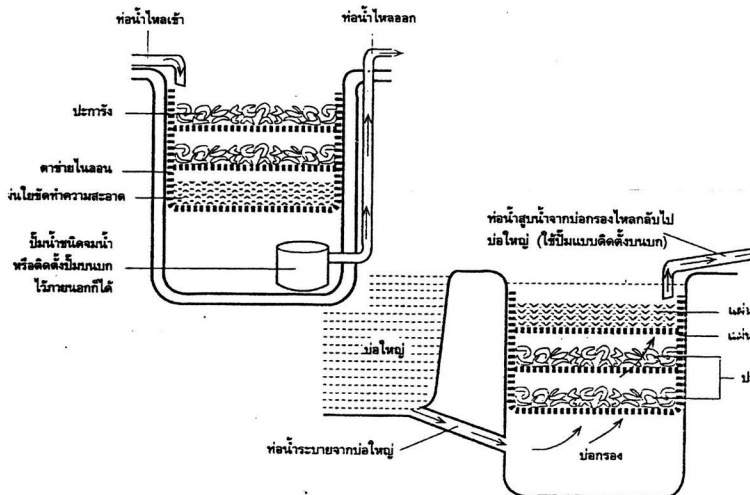
บ่อกรองควรมีก้นบ่อลึกกว่าระดับก้นบ่อปลาราว 10 เซนติเมตร หรือ 50 – 70 เซนติเมตร ขนาดของบ่อปลาและบ่อกรองอาจมีสัดส่วนราว 3 : 1 บ่อปลาขนาดเล็กจุน้ำราว 15 – 18 ลูกบาศก์เมตร อาจไม่จำเป็นต้องทำบ่อกรองก็ได้ วิธีติดตั้งเครื่องกรองสำเร็จรูป (Ponol Strainer) (ถ้าเลี้ยงปลาควรพิจารณาติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ หรือบางครั้งเรียกหัวเจ็ท ในบ่อใหญ่ ซึ่งเพิ่มออกซิเจนแก่ปลาด้วย)

อย่างไรก็ดี ถ้าบ่อหรือสระนี้ต้องการใช้เลี้ยงปลาควรพิจารณา อาจปรึกษากับผู้เพาะเลี้ยงและจำหน่ายปลาหรือฟาร์มซึ่งมีความชำนาญในการจัดสร้างบ่อปลาและบ่อกรองเสียก่อนจะลงมือทำ



ภาพที่ 2.10 แสดงตำแหน่งของบ่อใหญ่ บ่อกรอง และการเดินท่อน้ำ

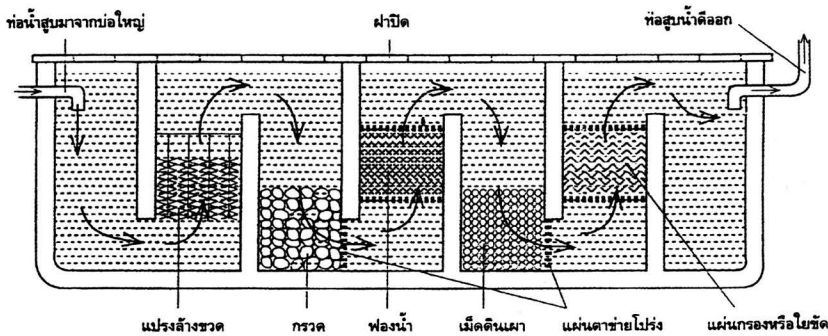
ระบบการทำงานของบ่อกรอง คือ การหมุนเวียนน้ำจากบ่อใหญ่ลงสู่อบ่อกรอง ซึ่งมีปะการัง กรวด แผ่นกรอง อีฐ ฯลฯ เป็นชั้น ๆ น้ำที่มีตะกอนสกปรก เช่น ขี้ปลา เศษดิน ใบไม้เน่า จะถูกบังคับให้น้ำไหลผ่านชั้นกรองเหล่านี้ ที่ดักจับตะกอนไว้ ปล่อยน้ำใสไหลคืนกลับสู่อบ่อใหญ่อีกครั้งใช้หลักที่น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำนั่นเอง ควรติดตั้งปั้มน้ำช่วยสูบน้ำเพิ่ม จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว



ภาพที่ 2.11 แสดงบ่อกรองอย่างง่าย

เมื่อจะทำความสะอาดก็ง่ายขึ้น โดยนำพวกแผ่นกรองเศษปะการังไปจืดล้างตะกอนหรือถ้าใช้ไปนาน ๆ อาจเปลี่ยนใหม่ก็ได้ บริเวณปากบ่อกรองควรทำแผ่นไม้ปิดให้สวยงามแข็งแรง บางแห่งใช้เป็นลานสำหรับวางชุดโต๊ะเก้าอี้นั่งเล่นในสวน หรือทำเป็นศาลานั่งเป็นตรงจุดนี้ก็ได้ .

นอกจากนี้ยังมีบ่อกรองแบบง่าย ๆ เหมาะสำหรับบ่อขนาดเล็ก ซึ่งอาจารย์สุรัตน์ วัฒนิน นักจัดสวนชื่อดังแห่งร้านบ้านก้ามปู และบริษัทอาร์ทิสโตน จำกัด แนะนำมาแทนทำให้ใช้เองที่บ้าน และลดการทำความสะอาดสระลงไปได้มาก ภายใน 1 ปี น้ำในสระยังใสสะอาดใช้ได้ทีเดียว



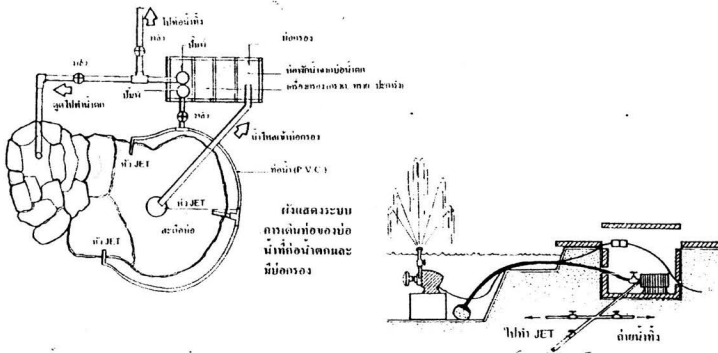
ภาพที่ 2.12 ภาพบ่อกรองที่ใช้วัสดุกรองหลายชนิด ใส่เรียงตามคุณสมบัติในการกรองเศษสิ่งสกปรกจากชั้นใหญ่ ๆ ไปจนถึงเศษละเอียดที่สุด และได้น้ำใสปราศจากตะกอน

บ่อกรองแบบนี้ใช้วัสดุง่าย ๆ เช่น ตาข่ายหรือมุ้งลวดในลอน และแผ่นใยขัดทำความสะอาดภายในบ่อกรองแบ่งเป็นชั้น ๆ คล้ายถุงที่ทำด้วยตาข่ายในลอน ซึ่งบรรจุเศษปะการังราว 2 - 3 ชั้น ชั้นสุดท้ายบรรจุแผ่นใยขัดทำความสะอาด น้ำใสจะถูกดูดกลับไปลงยังบ่อปลาอีก

สำหรับคุณผู้อ่านที่มีบ่อเลี้ยงปลาขนาดเล็กน่าจะลองทำบ่อกรองแบบนี้ใช้เองบ้าง

ข้อคิด ในบ่อกรองนิยมใช้เศษปะการังเพื่อดูดซับดักจับสิ่งสกปรก แต่ละชั้นของบ่อกรองอาจบรรจุเศษปะการังไว้ทั้งหมด หรือบรรจุวัสดุอื่น ๆ ที่แตกต่างกันก็ได้ เช่น กรวด แปร่งล้างขวดในลอน แผ่นฟองน้ำ แผ่นใยขัดทำความสะอาด เศษอิฐ เม็ดดินเผากรรม (สำหรับปลูกต้นไม้) ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้ทราย เพราะมีขนาดเล็กเกินไป อาจถูกดูดเข้าไปติดเป็นปัญหากับเครื่องสูบน้ำเสียเอง

วัสดุกรองแต่ละชั้นมีคุณสมบัติในการดักจับสิ่งสกปรกต่างขนาดกัน ควรใส่วัสดุกรองที่ดักจับสิ่งสกปรกชั้นใหญ่ที่สุดไว้บนชั้นแรก ๆ ของบ่อกรอง แล้วจึงไล่เรียงมาจนถึงชั้นสุดท้าย ซึ่งกรองได้ละเอียดที่สุด (บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป 2543 : 188)



ภาพที่ 2.13 แสดงระบบการเดินท่อของบ่อน้ำที่ก่อนน้ำตกและมีบ่อกรอง

2.2.4.4 ช่องกรองแรกจะเรียกว่าถังตกตะกอน (Settlement Tank)

เพื่อให้ปฏิจุลปลาดักค้างอยู่มากที่สุด ก่อนที่จะส่งผ่านน้ำไปยังช่องกรองต่อไป ในการสร้างถังตกตะกอนช่วยเสริมให้ได้ผลมากขึ้น เช่น ใช้พู่ไพล่อน หรือใช้กรวดละเอียด ซึ่งได้ผลดี แต่ทำความสะอาดได้ยาก การใช้เป็นถังกลม แบบ วอร์เท็กซ์ เพื่อช่วยให้การตกตะกอนง่ายขึ้น

2.2.4.5 ช่องกรองชุดถัดไป เรียกว่า ถังชีวภาพ (Biological Tank)

ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 ถังก็ได้ โดยทั่วไปมักจะมี 2 ถังเพื่อที่จะเลือกใส่วัสดุกรองมากขึ้น ในถังชีวภาพจะบรรจุวัสดุกรองที่มีพื้นผิวสัมผัสมาก วัสดุกรองที่นิยมใช้มากคือ แผ่นใยกรองสังเคราะห์ (Filter Mat) พู่ไพล่อน ปะการังเป็นวัสดุที่น้ำไหลผ่านได้ง่าย และไม่อุดตันเร็ว เพราะแบคทีเรียต้องการให้ออกซิเจนในน้ำบำบัดหรือย่อยสลายของเสียและหากความหนาของวัสดุกรองมากเกินไป ประสิทธิภาพการกรองจะลดลง ควรเติมพัพ่นอากาศในถังกรองชีวภาพด้วย ควรออกแบบให้มีขนาดพื้นที่จำกัดเพิ่มพื้นที่ให้แบคทีเรียมีที่อยู่อาศัยมากที่สุด

จะเห็นว่าเรื่องราวของบ่อน้ำหรือบ่อเลี้ยงปลานั้นเป็นเรื่องที่มีความละเอียดอ่อนจากง่ายไปหายากขึ้นอยู่กับสภาพบ่อ ขนาดบ่อและการใช้งานบ่อตามที่ต้องการ บ่อน้ำที่ง่ายที่สุดคือการซื้อบ่อสำเร็จรูปมาฝังลงในดิน หรือก่อสร้างบ่อขึ้นมาโดยไม่มระบบบ่อกรองหรือระบบพัพ่นอากาศ ซึ่งมักจะเป็นบ่อขนาดเล็กที่อยู่ในที่ร่ม และปลูกไม้ฉ่ำเพื่อป้องกันน้ำเน่าเสียถ้าเป็นบ่อขนาดใหญ่ขึ้นก็จะมีกรรมวิธีทำที่ยู่งยากขึ้น มากวิธีขึ้น ขึ้นอยู่กับสภาพผิวบ่อที่ต้องการสภาพความแข็งแรงและความสามารถในการป้องกันน้ำรั่วซึมออกไป ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเป็นวิธีการหลักที่ปฏิบัติกันอยู่ วิธีการที่นอกเหนือจากนี้เป็นการประยุกต์เป็นการออกแบบแนวทางใหม่ทั้งนี้ก็เพื่อให้ได้สภาพผิวบ่อที่สวยงาม

หรือแลดูเป็นธรรมชาติ ก็หวังว่าข้อมูลทั้งหมดนี้คงพอจะเป็นแนวทางที่ท่านน่าจะนำไปใช้ทำปอดด้วยตนเอง หรือเป็นข้อมูลที่จะคุยกับช่างหรือนักจัดสวนของท่านได้

2.3 ระบบเครื่องกรองน้ำและผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียง

2.3.1 เครื่องกรองระบบกายภาพ (Mechanical filter)

การกรองระบบกายภาพคือการจับตะกอนแขวนลอยที่ติดมากับน้ำไว้กับวัสดุกรอง เพราะฉะนั้นวัสดุที่จะจับตะกอนได้นั้นจะต้องมีลักษณะเป็นรูพรุน น้ำไหลผ่านได้ วัสดุที่ใช้สำหรับการกรองแบบกายภาพได้แก่ ฟองน้ำ โยกรองสังเคราะห์ วงแหวนเซรามิก เป็นต้น เครื่องกรองสำหรับตู้เลี้ยงปลาสวยงามมักใช้กรวดปะการังเป็นวัสดุกรองเพราะมีประสิทธิภาพในการจับตะกอนดีมาก น้ำที่ผ่านออกมาใสมาก แต่ไม่เหมาะจะเอามาใช้กับตู้พรรณไม้น้ำ เนื่องจากกรวดปะการังมีส่วนประกอบของหินปูน ทำให้น้ำกระด้างมากขึ้น

2.3.2 เครื่องกรองระบบชีวภาพ (Biological filter)

การกรองระบบชีวภาพคือการให้แบคทีเรียที่อาศัยอยู่บนวัสดุกรองย่อยสลายของเสียให้กลายเป็นสารที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ขบวนการนี้มีหลายขั้นตอนเริ่มจากของเสียที่ปลาขับถ่ายออกมา รวมทั้งซากพืชเกิดการเน่าเปื่อยเนื่องจากถูกแบคทีเรียในธรรมชาติย่อยสลายกลายเป็นแอมโมเนีย และสารประกอบแอมโมเนีย ซึ่งสารจำพวกนี้เป็นพิษอย่างร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิต ระบบการกรองน้ำทั่วไปจำกัดไม่ได้ จำเป็นต้องให้การกรองระบบชีวภาพโดยทำให้เกิดแบคทีเรียขึ้นมาบนวัสดุกรองที่เรียกกันว่า Nitrifying bacteria ย่อยสลายสารพิษเหล่านี้ให้กลายเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์

แบคทีเรียที่ว่านี้ไม่ใช่มีแค่ตัวเดียว แต่ประกอบด้วย ไนโตรโซโมแนส (Nitrosomonas sp.) ซึ่งจะเปลี่ยนแอมโมเนียและสารประกอบแอมโมเนียให้กลายเป็นไนไตรต์ (Nitrite) ที่เป็นพิษน้อยกว่า จากนั้นแบคทีเรียที่ชื่อว่า ไนโตรโซไนเตรส (Nitrosomonas sp.) รับช่วงกระบวนการย่อยสลายต่อโดยเปลี่ยนไนไตรต์ (Nitrite) ให้เป็นไนเตรต (Nitrate) ซึ่งพืชดูดซึมไปใช้ประโยชน์ ถ้าปริมาณไนเตรตในน้ำมีมากเกิดไปกลับเป็นอันตรายต่อปลา ตอนนั้นเครื่องกรองระบบชีวภาพช่วยไม่ได้แล้ว ต้องใช้วิธีอื่นนั่นถ้าน้ำในตู้สกปรกเดียว การถ่ายน้ำในตู้พรรณไม้น้ำไม่ใช่เรื่องหนักหนาสาหัส โดยมากเขาจะถ่ายกันครั้งละประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

ปัญหาอยู่ที่ว่าแบคทีเรียเหล่านี้จะเอามาจากไหน จริง ๆ แล้วมันก็มีอยู่ทั่วไปในบ่อนั้นแหละแต่แบคทีเรียสามารถเปลี่ยนแอมโมเนียจนกระทั่งเป็นไนเตรต จะเกาะอยู่ตามพื้นผิวต่าง ๆ ปกติก็จะอยู่ตามผนังตู้ ตามใบไม้ ก้อนหิน พื้นกรวด แต่ยังไม่เพียงพอจะกำจัดแอมโมเนียได้หมดจึงจำเป็นต้องสร้างที่ให้แบคทีเรียเกาะมากขึ้นก็คือวัสดุกรอง

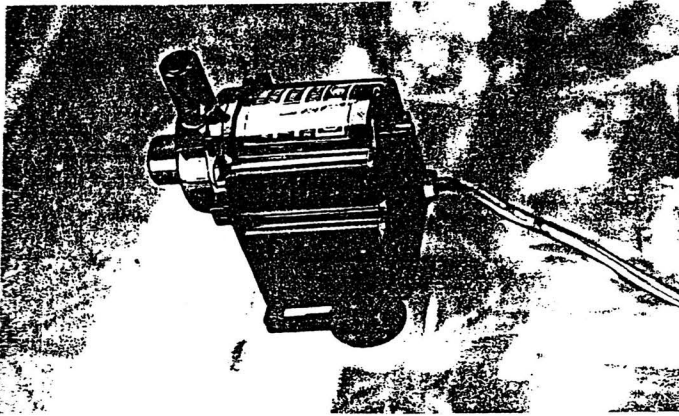
การกรองด้วยระบบชีวภาพจะไม่เห็นผลในทันทีทันใด เนื่องจากขบวนการทางชีวภาพของแบคทีเรีย กว่าจะเกิดในเครื่องกรองและมีปริมาณเพียงพอจะต้องใช้เวลาประมาณ 3 สัปดาห์ เพราะฉะนั้นในช่วงสองสัปดาห์แรกจึงยังไม่ควรปล่อยปลาลงไป เพราะคุณภาพน้ำยังไม่ดีพอ รอให้ผ่านสัปดาห์ที่ 3 ที่เสียก่อนจึงค่อยปล่อยปลา วัสดุกรองที่จะใช้กับการกรองระบบชีวภาพที่ดีควรมีผิวพื้นมาก มีลักษณะโปร่ง น้ำไหลผ่านได้อย่างสะดวกและต้องไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ เพราะฉะนั้นการวัดประการังซึ่งมีผิวมากก็จริงจึงเอามาใช้ไม่ได้ วัสดุกรองที่นิยมให้กันอย่างแพร่หลายคือ กรวดแม่น้ำ กรวดหินลาวา เซรามิกหรือพลาสติก ถ่านคาร์บอน และโฟม เป็นต้น

2.3.3 เครื่องกรองน้ำระบบเคมี (Chemical filter)

เป็นระบบการกรองที่ใช้วัสดุกรองดูดซับสารที่เป็นพิษต่อพรรณไม้น้ำและปลาซึ่งปะปนอยู่ในน้ำ วัสดุกรองที่ใช้ในเครื่องกรองระบบเคมีไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ครบถ้วนแต่ละชนิด มีประสิทธิภาพเฉพาะตัวแตกต่างกัน ผู้ใช้ต้องพิจารณาเลือกตามความเหมาะสม เช่น ซีโอไลท์ (Zeolite) มีคุณสมบัติในการดูดซับแอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ถ่านคาร์บอน (Activated carbon) มีคุณสมบัติในการดูดซับคลอรีน และสีของอาหารปลาที่ละลายอยู่ในน้ำ เครื่องกรองที่เหมาะสมสำหรับใช้กับตู้พรรณไม้น้ำ ควรเป็นแบบที่กรองได้ทั้งระบบกายภาพและชีวภาพรวมอยู่ในเครื่องเดียวกันโดยให้การกรองระบบกายภาพกรองเอาตะกอนขนาดใหญ่ออกก่อนจะผ่านต่อไปยังระบบการกรองแบบชีวภาพแต่เครื่องกรองระบบเคมีที่ใช้วัสดุกรองเป็นซีโอไลท์และถ่านคาร์บอนเมื่อใช้ไปนาน ๆ ก็จะมีสภาพแบบเดียวกับเครื่องกรองระบบชีวภาพ เพราะวัสดุกรองดังกล่าวสามารถเป็นที่เกาะของแบคทีเรียได้เป็นอย่างดี

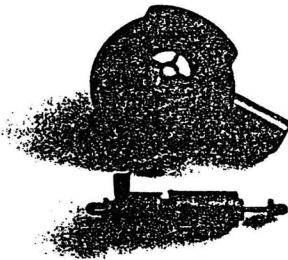
ส่วนเครื่องกรองแบบเป็นแผ่นกรองใต้ทราย (Subsand filter) ที่นิยมใช้กับตู้เลี้ยงปลาสวยงามทั่วไป ที่จริงแล้วก็เป็ระบบการกรองแบบชีวภาพเหมือนกัน แต่ไม่เหมาะจะใช้กับตู้พรรณไม้น้ำเนื่องจากระบบการทำงานต้องใช้ปั๊มอากาศเป็นตัวขับน้ำ ทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำจากใต้ชั้นกรวดที่พื้นก้นตู้ขึ้นมากที่ผิวน้ำเร็วเกินไป น้ำจะพัดพาเอาธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำและแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในชั้นกรวดออกมาด้วย

2.3.4 ผลลิตภัณฑ์เดิมจากการศึกษา จากท้องตลาดการผลิตที่นำเสนอมาจะเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีราคาถูกที่สุดแล้วขนาดยังไม่ใหญ่และเล็กมากจนเกินไป เหมาะสำหรับผู้เลี้ยงปลาสวยงามเป็นงานอดิเรกด้วย ขนาดและหลักการทำงานจะเป็นดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.14 แสดงตัวเครื่องที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำ

1. ตัวเครื่องภายในประกอบด้วย
 - 1.1 แกนใบพัด ทำหน้าที่ชักน้ำเข้า-ออก
 - 1.2 ฝาครอบใบพัด ทำหน้าที่บังคับทิศทางการไหลของน้ำ



ภาพที่ 2.15 แสดงใบพัดภายในตัวเครื่อง



ภาพที่ 2.16 แสดงฝาคกรอบของตัวเครื่อง

1.3 ตัวแปลงไปอยู่ด้านล่างของตัวเครื่อง ทำหน้าที่แปลงไฟ AC เป็นไฟ DC

1.4 แท่งแม่เหล็ก ทำหน้าที่ผลิตแกนใบพัดให้ทำงานโดยการสลับของขั้วแม่เหล็ก

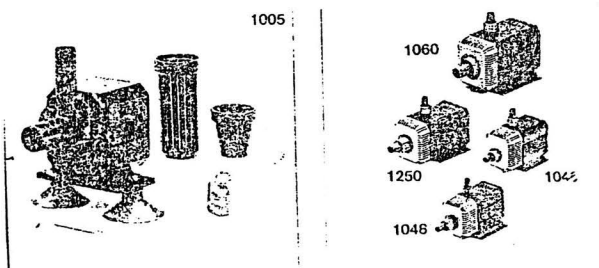
2. ตัวยึดกับตู้กระจก เป็นยางทำหน้าที่ยึดตัวเครื่องกับตู้กระจก วัสดุทำจากยาง

หลักการทำงานใช้ระบบสุญญากาศ

3. ขั้วต่อ ใช้สำหรับต่อกับสายยางที่มีขนาดต่าง ๆ

4. ปลั๊กไฟ

รูปแบบต่าง ๆ ในท้องตลาด



2.3.5 ระบบการกรองน้ำในตู้ปลา

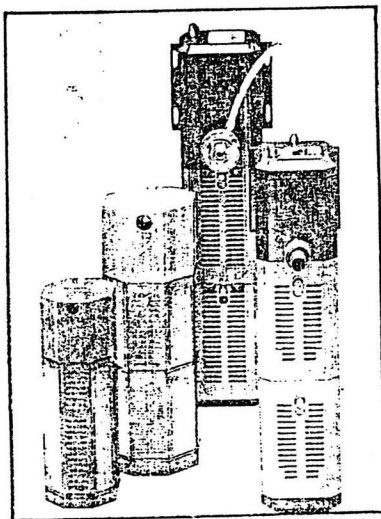
ระบบการกรองน้ำในตู้ปลา นับว่ามีความสำคัญมาก ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องกรองจะช่วยแยกหรือดูดสิ่งที่ไม่ต้องการออก เช่น เศษอาหาร มูลปลา และเศษใบไม้ที่เน่าเปื่อยในตู้ปลา และช่วยให้สภาพของน้ำภายในตู้ปลาสะอาด มีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาสวยงาม ระบบการกรองน้ำในตู้ปลาที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 แบบคือ

ระบบการกรองน้ำใต้ทราย (Subsand filter)

ระบบการกรองน้ำแบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่ว ๆ ไปและจัดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากภายในตู้ปลา ระบบการกรองน้ำแบบนี้ จะมีวางขายเป็นชุดสำเร็จรูปตามร้านขายปลาสวยงามแทบทุกแห่ง

- (1) ส่วนประกอบของระบบเครื่องกรองน้ำ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญหลายอย่าง คือ
 - แผ่นกรอง จะทำด้วยพลาสติก เจาะเป็นรูพรุนเล็ก ๆ มีความสูงประมาณ 2 ซม. ขนาดของแผ่นกรองจะต้องมีขนาดพอดีกับตู้ปลา
 - หลอดพ่นน้ำ หรือท่อส่งน้ำซึ่งใช้ร่วมกับแผ่นกรองที่บริเวณปลายของท่อส่งน้ำ จะมีหัวครอบซึ่งสามารถปรับทิศทางของน้ำที่พ่นออกมาได้
 - สายแอร์ปั๊ม เป็นสายที่ต่อมาจากแอร์ปั๊ม และให้ต่อสายของแอร์ปั๊มให้เข้ากับฐานของหลอดพ่นน้ำ
- (2) วิธีใช้เครื่องกรองน้ำใต้ทราย ก่อนอื่นผู้เลี้ยงปลาต้องรู้จักวิธีการติดตั้งเครื่องกรองน้ำให้ถูกต้องเสียก่อน ดังนี้
 - ให้วางแผ่นกรองลงบนพื้นตู้ปลา โดยให้เลือกขนาดพอดีกับพื้นตู้ปลา
 - ทำการต่อท่อส่งน้ำเข้ากับแผ่นกรอง ตรงช่องกลม ๆ ที่มุมของแผ่นกรอง พร้อมกับปรับหัวครอบให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
 - ทำการต่อสายอากาศให้เข้ากับสายแอร์ปั๊ม (air pump) ให้เรียบร้อย
 - เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ให้เทกรวดทรายหรือหินลงบนแผ่นกรอง

โดยให้ กรวด ทราย หรือหินมีความสูงประมาณ 3 นิ้วทางด้านใน และค่อย ๆ ลาดต่ำมาทางด้านหน้า และด้านหน้าควรมีความสูงประมาณ 1 ½ นิ้ว การที่ใส่กรวด ทรายให้มีระดับความสูงมาก ๆ ทางด้านหลัง เพื่อให้สำหรับปลูกพืชน้ำ และทำให้รากพืชสามารถไชจนได้อีก และสิ่งสกปรกจะถูกกักเก็บไว้ด้านหลังตู้ปลาทำให้สะดวกในการดูดและการเปลี่ยนถ่ายเทน้ำนอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มทัศนียภาพในการชมตู้ปลาได้อีก การจัดระบบการกรองแบบนี้ต้องระวังอย่าให้พวกเศษทรายเข้าไปอยู่ใต้แผ่นกรอง เพราะจะทำการทำงานของเครื่องกรองไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร



ภาพที่ 2.17 แสดงรูปร่างลักษณะของเครื่องกรองแบบหม้อกรองในตู้ (Box Filter)

(3) การทำงานของระบบกรองน้ำได้ทราย ผู้เลี้ยงปลานอกจากจะศึกษาการติดตั้งระบบกรองน้ำได้ทรายแล้ว ควรจะศึกษาระบบการทำงานของเครื่องด้วย เพื่อให้ระบบการทำงานของเครื่องกรองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ระบบการทำงานของเครื่องกรองน้ำได้ทราย มีดังนี้

1. หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยให้เติมน้ำที่สะอาดเข้าตู้ปลาจนได้ระดับตามต้องการ จากนั้น จึงเสียบปลั๊กแอร์รี่ให้ทำงาน

2. เครื่องปั๊มอากาศจะอัดอากาศออกมาตามสายแอร์รี่ และดันอากาศเข้าไปในท่อส่งน้ำ เมื่ออากาศถูกดันไปตามท่อส่งน้ำ ก็จะดันน้ำที่อยู่ภายในท่อส่งน้ำออกมา น้ำที่ถูกพ่นออกมาไหลเวียนมาจากน้ำได้ผ่านกรอง ในขณะเดียวกันน้ำที่อยู่เหนือแผ่นกรองก็ถูกดูดลงไปแทนที่ พวกเศษอาหารและสิ่งสกปรกก็จะถูกดูดลงไป ติดอยู่ตามชั้นของกรวดทรายหรือหิน จึงทำให้น้ำในตู้ปลาใสสะอาดอยู่ตลอดเวลา

3. ระบบกรองน้ำแบบนี้ไม่สามารถดูดสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ได้ ดังนั้นถ้าปลาถ่ายน้ำและหมุนตัวกลับเร็ว ๆ จะสังเกตเห็นสิ่งสกปรกที่อยู่เหนือพื้นทรายหรือพื้นกรวดหลุดลอยขึ้นมาทำให้น้ำขุ่น ผู้เลี้ยงควรใช้สายยางดูดเอาสิ่งสกปรกต่าง ๆ ในตู้ปลาออกเสมอ ๆ จะทำให้น้ำไม่เสียหรืออาจจะเลี้ยงปลาปาก พวก catfish หรือ ปลา กทม ช่วยเก็บเศษอาหารต่าง ๆ กินเป็นอาหารก็ได้

ระบบกรองน้ำแบบหม้อกรองในตู้ (Box filter)

ระบบการกรองน้ำแบบนี้ไม่นิยมใช้มากนัก เพราะต้องใส่หม้อกรองลงในตู้ปลาทำให้เสียพื้นที่ตู้ปลา และยังเกะกะทำให้บรรยากาศในตู้ไม่สวยงามเหมือนธรรมชาติ ระบบการทำงานของหม้อกรองแบบนี้ จะคล้ายกับระบบการกรองน้ำได้ทราย จะต่างกันตรงที่ระบบหม้อกรองแบบนี้ จะคล้ายกับระบบการกรองน้ำได้ทราย จึงต่างกันตรงที่ระบบหม้อกรองในตู้จะมีหม้อกรองต่างหาก ภายในหม้อกรองจะบรรจุด้วยใยแก้ว และถ่านคาร์บอน (activated carbon) ช่วยในการกรองสิ่งสกปรกและยังช่วยกรองกลิ่น กรองสีของน้ำในตู้ปลาได้พอสมควร นอกจากนี้ยังช่วยแยกสิ่งสกปรกและเศษอาหารออกจากน้ำได้

ระบบการกรองน้ำภายนอกตู้ปลา (External filter)

ระบบการกรองน้ำภายนอกตู้ปลา มีประสิทธิภาพในการกรองสิ่งสกปรกได้ดีกว่าระบบการกรองน้ำที่กล่าวมาแล้ว และระบบการกรองน้ำแบบนี้ยังสามารถกรองเอาสิ่งสกปรก พวกฝุ่นละออง เศษอาหาร กลิ่นและสี ออกจากน้ำที่อยู่ในตู้ปลาได้ดีกว่าระบบอื่น ๆ เพราะสามารถกรองและแยกสิ่งสกปรกออกมากักขังในเครื่องกรองนอกตู้ปลาได้ ทำให้น้ำสะอาดปราศจากสิ่งหมักหมมและสารพิษในตู้ปลาและยังช่วยให้ระบบการหมุนเวียนของน้ำสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ระบบการกรองแบบนี้ควรใช้กับปลาที่มีขนาดใหญ่ หรือมีปริมาณในตู้หนาแน่นเกินไป และสภาพของน้ำไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา การใช้และการติดตั้งเครื่องกรองน้ำภายนอกตู้ปลา ให้ปฏิบัติเป็นขั้น ๆ ดังนี้

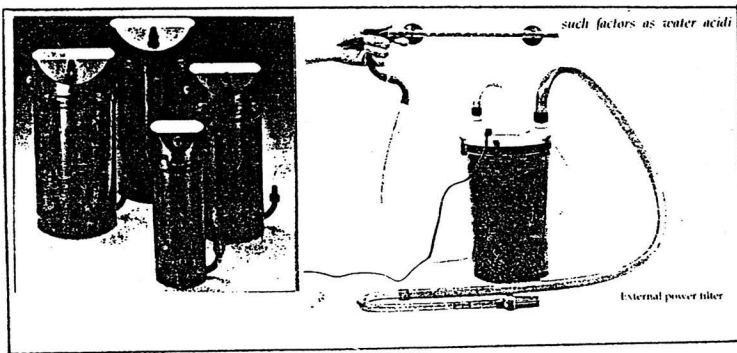
(1) การติดตั้งเครื่องกรองน้ำ ควรทำการติดตั้งหม้อกรองนอกตู้ปลา และให้ระดับของหม้อกรองอยู่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากถ้าเกิดกรณีไฟฟ้าดับ ถ้าติดตั้งหม้อกรองสูงกว่าระดับน้ำในตู้ปลา น้ำก็จะไหลออกจากหม้อกรองและทำให้น้ำขาดช่วงในการดูด จึงทำให้ปั๊มน้ำไม่ทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าเป็นปกติ แต่ถ้าติดตั้งหม้อกรองต่ำกว่าระดับน้ำมากเกินไป จะทำให้เครื่องปั๊มทำงานหนักกว่าปกติในการส่งน้ำขึ้นที่สูง ๆ

(2) ให้ทำความสะอาดถ่านคาร์บอนที่อยู่ในหม้อกรองให้สะอาดบ่อย ๆ ครั้ง จากนั้นจึงนำถ่านคาร์บอนมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำและนำไปใส่ลงในเครื่องกรองพร้อมกับน้ำไปใส่ในถังกรองน้ำ พร้อมกับน้ำใยแก้วมาวางซ้อนบนถ่านอีกชั้นหนึ่ง ก่อนที่จะผิผิวเครื่องกรอง ควรนํายางกันซึมของเครื่องกรองมาชุบน้ำให้เปียก พร้อมกับนำมาแนบเข้ากับฝาปิดหม้อกรอง ส่วนสายยางที่ใช้ดูดน้ำในตู้ปลาควรให้อยู่เหนือชั้นของกรวด หินและทราย ประมาณ 4-5 นิ้ว

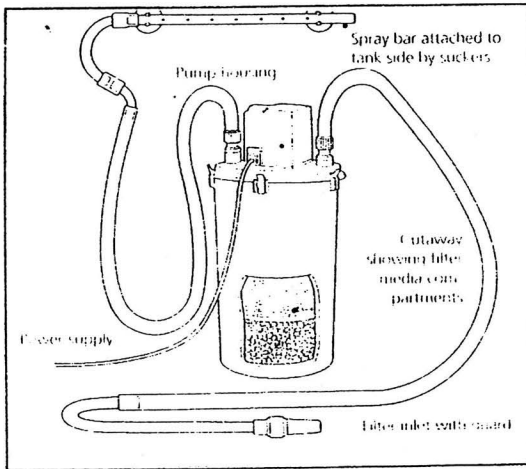
(3) ให้ต่อสายยางส่งน้ำเข้ากับเครื่องปั๊ม และจัดสายท่อส่งน้ำใส่ในตู้ปลา ตามตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้น จึงทำการกรอกน้ำเข้าไปในหม้อกรอง พร้อมกับเสียบปลั๊กไฟฟ้า เครื่องปั๊มก็จะเริ่มทำงาน

2.3.6 ฮีตเตอร์ (Heater)

ฮีตเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นหลอดนำความร้อน ที่ช่วยปรับอุณหภูมิภายในตู้ปลา การใช้ฮีตเตอร์สะดวกในการปฏิบัติงานมาก ลักษณะของฮีตเตอร์เป็นแท่งสีขาว ภายในประกอบด้วยขดลวดความร้อน ถ้าจะใช้ให้ทำการต่อสายไฟและเสียบปลั๊ก หลอดฮีตเตอร์มีหน่วยวัดความร้อนเป็นวัตต์ (Watt) และมีให้เลือกใช้หลายขนาด ผู้เลี้ยงควรเลือกขนาดของฮีตเตอร์ให้เหมาะสมกับขนาดของตู้ปลา โดยให้เลือกขนาดความร้อน 1 วัตต์ ต่อน้ำ 1 ลิตร ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงฮีตเตอร์โดยนำมาใช้ร่วมกับเทอร์โมสแตท เพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำในตู้ปลาให้คงที่ตลอดเวลาได้ แต่ถ้าไม่ใช้ฮีตเตอร์อาจจะใช้หลอดไฟ ขนาด 25 วัตต์ ต่อน้ำ 10 ลิตร ก็ได้



ภาพที่ 2.18 แสดงการทำงานของระบบ Box Filter แบบติดตั้งข้างตู้ปลา



ภาพที่ 2.19 แสดงรูปแบบของระบบกรองภายนอกตู้

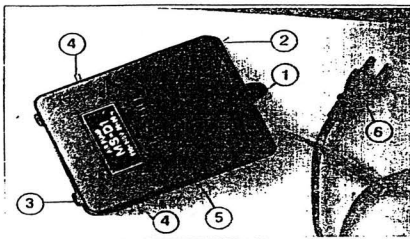
2.3.7 เครื่องให้ฟองอากาศ

เป็นอุปกรณ์เพิ่มอากาศในน้ำของตู้ปลา เพื่อให้มีออกซิเจนมากขึ้นและเพิ่มความสวยงามของตู้ปลา โดยจะมีฟองอากาศผุดขึ้นมา

เครื่องปั๊มลมตู้ปลามี 2 แบบคือ แบบปั๊มลมเดียว จะมีท่อยางส่งลมเพียงท่อเดียวและแบบปั๊มลมคู่ จะมีท่อยางส่งลม 2 ท่อ แต่ทั้งสองแบบจะมีลักษณะการทำงานเหมือนกัน

เครื่องปั๊มลมตู้ปลา

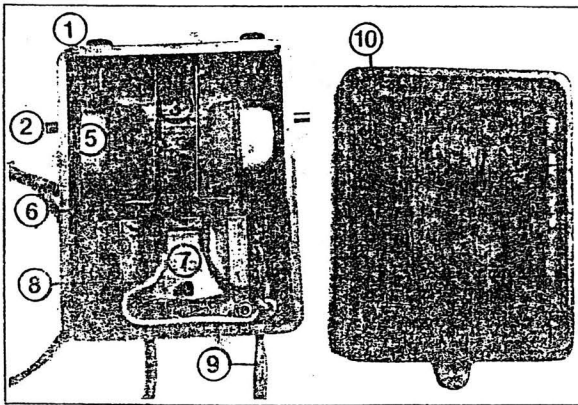
เครื่องปั๊มลมตู้ปลาที่ใช้เป็นต้นแบบใช้ของ NISSEI ชนิดปั๊มลมคู่



ภาพที่ 2.20 แสดงเครื่องปั๊มตู้ปลา

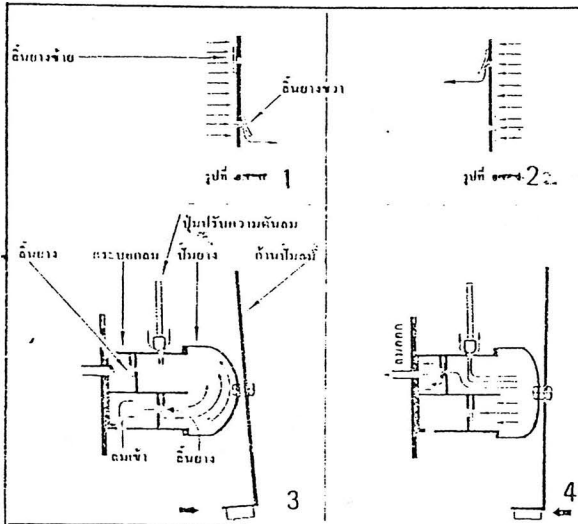
ส่วนประกอบของเครื่องให้ฟองอากาศ

1. หูแขวน
2. แผ่นยาวฝาหลัง
3. ปุ่มปรับความดันลม
4. ท่อส่งลม
5. ตัวปั๊ม
6. ปลั๊ก



ภาพที่ 2.21 แสดงภายในของเครื่องปั๊มลม

1. ปุ่มปรับความดันลม
2. ท่อส่งลมออก
3. ก้านปั๊มลม
4. ปั๊มยาง
5. กระบอกลม
6. แม่เหล็กถาวร
7. ขดลวดพันรอบแกนเหล็ก
8. แกนเหล็กรูปตัว E
9. สายไฟเข้าปั๊มลม
10. ยางรอง



ภาพที่ 2.22 แสดงการทำงานของปั๊มลม

การทำงานของปั๊มลม

ตามรูปที่ 1 และ 2 แสดงการทำงานง่าย ๆ ของลีนยางซึ่งมีอยู่ 2 อันโดยปิดที่ช่องทางเข้าออกของลมทางด้านซ้าย 1 อัน และทางด้านขวา 1 อันโดยที่แต่ละอันจะถูกยึดปลายด้านหนึ่งให้แน่น ส่วนอีกด้านปล่อยอิสระ ดังนั้นตามรูปที่ 1 เมื่อมีลมเข้ามาทางด้านซ้าย ลมจะปะทะกับลีนด้านซ้าย ลมจะปะทะกับลีนยางด้านซ้ายทำให้ลมผ่านช่องลมด้านนี้ไม่ได้ แต่ลมจะออกทางลีนยางด้านขวาได้ ส่วนรูปที่ 2 เมื่อลมเข้ามาทางขวามีอ ลมก็จะเข้าทางช่องลีนยางด้านขวาไม่ได้ แต่จะเข้ามาทางช่องลีนยางด้านซ้ายได้

รูปที่ 3 เป็นรูปผ่าของปั๊มลม การทำงานจะเริ่มจากก้านปั๊มลมถูกดันไปทางขวาด้วยแรงแม่เหล็ก ทำให้ปั๊มยางยืดออก ลมจะถูกดูดเข้าทางช่องลมเข้าผ่านลีนยางอันล่างเข้ามาในปั๊มยาง

รูปที่ 4 เมื่อก้านปั๊มลมถูกดันกลับมาจากซ้ายด้วยแรงแม่เหล็กเช่นกัน ทำให้ปั๊มยางยุบตัวลงดันให้ลมออกทางช่องลมออกผ่านลีนยางอันบน ซึ่งช่องลมออกนี้จะต่อกับท่อยางไปเข้าตู้ปลา

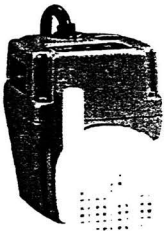
ส่วนปั๊มปรับความดันนั้น ถ้าหากเปิดช่องกว้าง ตอนที่ปั๊มยางยุบตัวเข้ามาตามรูปที่ 4 ลมบางส่วนจะออกทางช่องปรับความดันลม ทำให้เหลือลมออกไปทางช่องลมออกน้อยลง แต่ถ้าปรับลมมาจนปิดช่องลม ลมก็ไม่สามารถออกทางช่องปรับความดันนี้ได้ ก็จะไปออกทางช่องลมออกความดันลมก็จะมาก



1



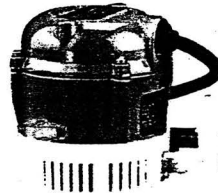
2



3



4



5

ภาพที่ 2.23 แสดงปั๊มที่แช่อยู่ในน้ำหรือจมน้ำ



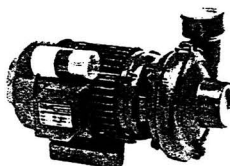
11



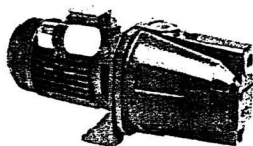
12



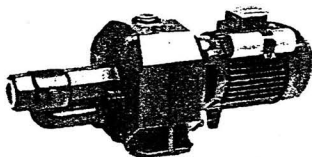
13



14



15



16

ภาพที่ 2.24 แสดงปั๊มที่ตัวเครื่องติดตั้งอยู่บนบก

2.3.8 ระบบปั๊มน้ำ

ปั๊ม หรือเครื่องสูบลม อาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการพลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้มาจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานแหล่งอื่น ๆ ก็ได้

กล่าวได้ว่า ปั๊มมีส่วนในการพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษยชาติมาตั้งแต่อดีตและจะมีมากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต ในอดีตประชากรส่วนใหญ่ต้องอาศัยอยู่ใกล้ ๆ กับแหล่งน้ำเพื่อความสะดวก

ในการให้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและทำการเกษตร แหล่งน้ำใต้ที่อยู่ต่ำกว่าผิวดินมากไม่สะดวกต่อการใช้ มนุษย์ก็ได้พยายามคิดค้นเครื่องมือซึ่งมีลักษณะเป็นปั๊มหรือเครื่องสูบน้ำชนิดต่าง ๆ เพื่อนำเอาน้ำมาใช้ ให้สะดวกขึ้นเพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกได้มากและห่างไกลจากแหล่งน้ำมากขึ้น ปั๊มหรือ เครื่องมือที่คิดค้นมาหลายร้อยปีแล้วบางชิ้นก็ยังคงมีใช้อยู่ในหลาย ๆ ประเทศในปัจจุบัน

การแยกประเภทปั๊ม

ปัจจุบันได้มีการผลิตปั๊มออกจำหน่ายมากมายหลายชนิด และมีการเรียกชื่อแตกต่างกัน ออกไปจนบางครั้งทำให้เกิดการสับสน ดังนั้นจึงได้มีการจัดหมวดหมู่เพื่อให้สามารถแยกประเภทและ เรียกชื่อได้ชัดเจนขึ้น การแยกประเภทอาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบด้วยกัน คือ

ปั๊มและระบบสูบน้ำ

1. แยกตามลักษณะการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว หรือการไหลของของเหลวในปั๊ม ซึ่ง ได้แก่

1. ประเภทเซนตริฟูกอล (Centrifugal) เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยอาศัยแรงเหวี่ยง หนีจุดศูนย์กลาง ปั๊มประเภทนี้บางครั้งเรียกว่าเป็นประเภท Rotor-dynamic

2. ประเภทโรตารี (Rotary) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการหมุนของฟันเพื่องรอบ แกนกลาง

3. ประเภทลูกสูบชัก (Reciprocating) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการอัดโดยตรงใน กระบอกสูบ

4. นอกแบบ (Special) ซึ่งเป็นปั๊มที่มีลักษณะพิเศษไม่สามารถจัดให้อยู่ในสาม ประเภทข้างต้นได้

ในแต่ละประเภทตามที่กล่าวมานี้ยังมีการดัดแปลงออกไปเป็นแบบต่าง ๆ อีก หลายแบบและมีชื่อเรียกของแต่ละแบบแตกต่างกันออกไป

2. แยกประเภทตามลักษณะการขับเคลื่อนของเหลวในเครื่องสูบน้ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ด้วยกันคือ

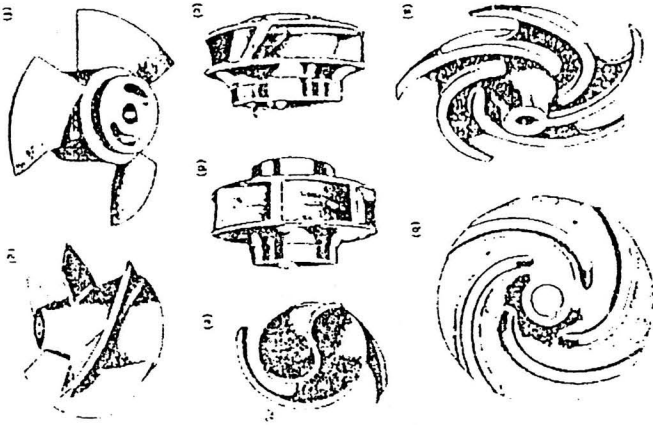
2.1 ทำงานโดยไม่อาศัยหลักการแทนที่ของเหลว (Non-Positive Displacement) ปั๊ม ประเภทอาศัยแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลางอาจจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้ได้

2.2 ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลวในห้องสูบน้ำด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน ของเครื่องสูบน้ำ ปั๊มประเภทนี้รวมแบบโรตารีและลูกสูบชักเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

นอกจากการแบ่งประเภทสองแบบตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังอาจแบ่งแยกปั๊ม ตามวัตถุประสงค์ใช้งานของแต่ละแบบด้วย เช่น ปั๊มดับเพลิง ปั๊มลม ปั๊มสุญญากาศ ปั๊มน้ำบาดาล เป็น

ต้น บีมเหล่านี้จะประกอบกันเป็นชุดโดยมีอุปกรณ์สำหรับใช้งานที่ออกแบบไว้โดยเฉพาะและไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้อย่างอื่น

ลักษณะทั่วไปของเรือนบีม (Casing) ของบีมแบบเซนตริฟูกอล



ภาพที่ 2.25 แสดงลักษณะในตัดของบีมแบบเซนตริฟูกอล (Centrifugal Pump)

สรุป ระบบบีมน้ำการศึกษาข้อมูลจะเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ซึ่งอยู่ในเครื่องจักรกลหนักจะใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำจำนวนมาก ซึ่งการใช้งานจะต้องใช้ต้นกำลังขนาดใหญ่

2.3.9 บีมถ่ายน้ำด้วยมือ

1. บีมระบบล้นปิดอัดอากาศ

ที่ดูดน้ำมันนี้ทำการระบายน้ำโดยใช้ระบบกาลักน้ำ (Sygnon) ประกอบด้วย ท่อดูด (Suction pipe) ลิ้นท่อดูด ด้ามถือ (Squeeze grip) จุกปล่อยอากาศ (Stop cap) และลิ้นทอส่ง

เมื่อบีบด้ามถือ (Squeeze grip) ซึ่งเป็นคล้ายกลองพลาสติกอ่อนอากาศจะไหลผ่านลิ้นทอส่งออกไปทางทอส่ง เมื่อคลายมือออก อากาศในท่อดูดจะถูกดูดเข้าผ่านลิ้นท่อดูดเข้ามาซึ่งอยู่ในด้ามถือ

วิธีใช้ นำท่อดูดใส่ลงในภาชนะที่มีน้ำซึ่งเราจะถ่ายออกแล้วนำท่อใส่ลงในภาชนะรองรับ เมื่อบีบด้ามถือหลาย ๆ ครั้ง อากาศจะค่อย ๆ ถูกดูดออก ในขณะที่ระดับน้ำก็จะสูงขึ้นในท่อดูด เมื่ออากาศไหลออกไปหมด ก็จะดูดน้ำขึ้นมาแทน น้ำจะไหลออกทางทอส่ง ซึ่งถึงตอนนั้นน้ำจะไหลออกมาเรื่อย ๆ ถ้า

ระดับน้ำในภาชนะรองรับอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำในภาชนะที่ใส่น้ำ น้ำจะไหลติดต่อกันไปโดยไม่ต้องบีบ
 ด้ามมืออีกต่อไปด้วยแรงดึงดูดของโลก เมื่อได้น้ำตามต้องการแล้ว ให้หมุนจุกปล่อยอากาศ (Stop
 cap) เพื่อให้อากาศเข้ามาในบริเวณด้ามถือ น้ำจะหยุดไหลแต่การบังคับน้ำให้หยุดไหลทันทีจะทำได้
 เพราะจะมีน้ำในท่อส่งที่จะไหลออกมาอีก

ระบบนี้อาศัยธรรมชาติของน้ำที่จะไหลจากจุดที่มีความกดอากาศสูงไปสู่ที่มีความกด
 อากาศต่ำเสมอ เมื่อกดแป้นอัดอากาศลง อากาศจะลงไปแทนที่น้ำในขวดน้ำจะถูกดันมาทางท่อออก
 จำนวนหนึ่งแล้วจะไหล เมื่อเราปล่อยมือ อากาศจากภายนอกจะเข้ามาในแป้นอัดอากาศ (ผ่านลิ้น) ถ้า
 ต้องการน้ำเพิ่มก็ต้องกดหลายครั้ง

การบังคับให้น้ำหยุดไหลสามารถทำได้ทันทีที่น้ำจะไม่ค้างในท่อออก ตัวอย่าง
 ผลิตภัณฑ์ เช่น กระติกน้ำร้อน

2. ปัมระบบลูกปืน

ปัมระบบนี้มี 2 แบบ คือ แบบท่อดูดเคลื่อนที่และแบบท่อส่งออกเคลื่อนที่ ซึ่งมีการ
 ทำงานต่างกันดังนี้แบบท่อส่งออกเคลื่อนที่

เมื่อกดแป้นที่ท่อส่งหลาย ๆ ครั้ง อากาศระหว่างลูกปืนสองอันจะถูกไล่ออกเกิดความ
 ดันต่ำในท่อ ลูกปืนอันล่างจะถูกของเหลวด้านล่างซึ่งมีความดันอากาศสูงกว่าดันให้เลื่อนขึ้นของเหลวก็
 จะผ่านเข้ามาทางท่อได้ เมื่อกดแป้นส่งอีกครั้งของเหลวจะถูกดันผ่านลูกปืนตัวบน แล้วออกทางท่อ
 ส่งออก

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ขวดเครื่องสำอาง ขวดนํ้ายาทำความสะอาดต่าง ๆ
 ผลิตภัณฑ์ทั่ว ๆ ไปมักใช้ระบบนี้

3. แบบท่อดูดเคลื่อนที่

เมื่อกดคานลงตัวกระบอกท่อดูดจะถูกดึงให้เคลื่อนที่ขึ้นอากาศในกระบอกจะถูกไล่ออก
 ปานลูกปืนตัวบน เมื่อปล่อยมือของเหลวภายนอกท่อดูดจะดันลูกปืนให้เลื่อนขึ้น ของเหลวจะเข้า
 มาค้างระหว่างลูกปืนทั้งสอง เมื่อกดอีกครั้ง ของเหลวจะเข้ามาเรื่อย ๆ จนดันลูกปืนตัวบนและผ่านออก
 ทางท่อออก

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น กระป๋องเติมน้ำมันเครื่อง

ปัมระบบลูกปืนทั้งสองแบบนี้ เหมาะกับของเหลวที่มีราคาสูง หรือให้ออกมาทีละ
 น้อย เช่น น้ำหอม เครื่องสำอาง น้ำยา น้ำมัน

สรุป

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์เปลี่ยนถ่ายน้ำ สามารถแบ่งออกได้คือ

1. การใช้มือ ได้แก่ การสูบลม จะใช้ในการถ่ายน้ำจากตู้ปลาได้
2. ใช้ปั๊มขนาดเล็กถ่ายน้ำออกซึ่งจะใช้ในการถ่ายน้ำในปริมาณมาก

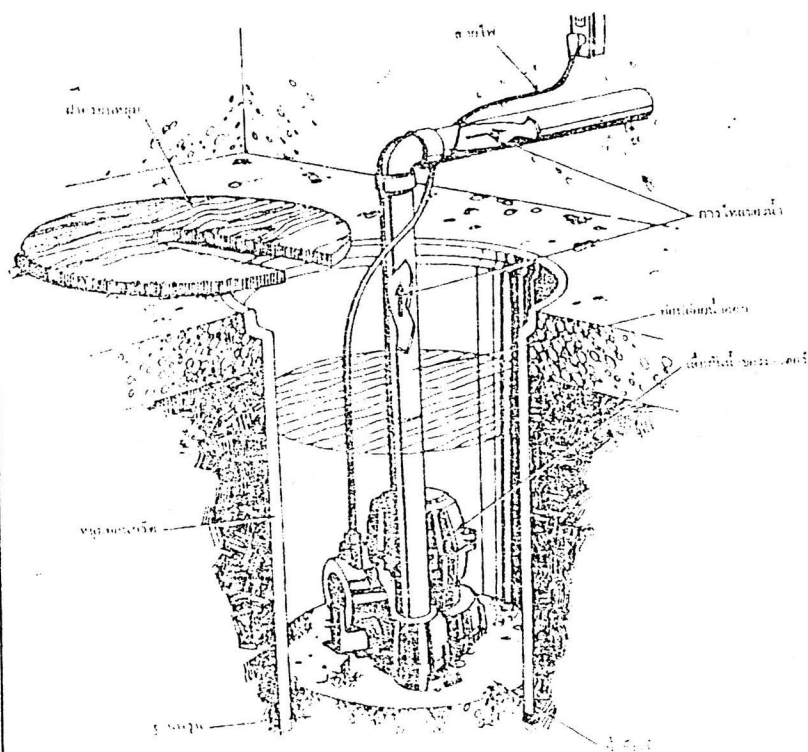
3. ใช้สายยางถ่ายออก และจะใช้ในการดูดสิ่งสกปรกออกจากตู้ปลาด้วยซึ่งการใช้สายยางจะต้องใช้เวลาในการนำน้ำออก

2.3.10 บั๊มน้ำใต้ดิน

ชั้นใต้ดินมักมีน้ำซึมเข้ามาและอาจท่วมชั้นใต้ดินได้ ดังนั้นบ้านหรืออาคารที่มีการสร้างห้องใต้ดินจึงควรขุดหลุมให้ต่ำกว่าชั้นใต้ดินลงไปประมาณอย่างน้อย 2 ฟุต แล้วติดตั้งปั๊มน้ำที่ก้นหลุม ปั๊มจะทำงานอย่างอัตโนมัติเมื่อระดับน้ำในหลุมเพิ่มขึ้นมาก ปั๊บบางแบบติดตั้งบนพื้นห้องใต้ดิน แบบที่แสดงในรูปที่ 1 เป็นแบบที่มีขนาดเล็ก ขุดปั๊มและมอเตอร์ตั้งอยู่บนก้นหลุม มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบกันน้ำได้ โดยบรรจุในเสื้อเหล็กหล่อหรือบรอนซ์ ถึงแม้ว่าปั๊มจะมีขนาดเล็กแต่ก็สามารถดูดน้ำได้ ชั่วโมงละถึงกว่า 10 ลูกบาศก์เมตร

น้ำที่ซึมเข้าไปในหลุมจะถูกดูดออกจากหลุมด้วยปั๊มที่ติดตั้งบนก้นหลุม ปั๊มน้ำจะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อระดับน้ำในบ่อสูงเกินระดับที่ตั้งเอาไว้เมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้น น้ำจะเข้าไปในโพรงอากาศของเสื้อหุ้มสวิตช์ ความดันของอากาศในโพรงอากาศจะเพิ่มขึ้น และดันแผ่นไดอะแกรมให้ไปร่งออกกดสวิตช์ของมอเตอร์ทำให้มอเตอร์เริ่มทำงานขับปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำจะทำงานต่อไปจนกระทั่งน้ำในบ่อถูกดูดออกไปจนเหลือน้อย ความดันของอากาศที่กระทำกับแผ่นไดอะแกรมจะค่อย ๆ ลดลงทีละน้อย แผ่นไดอะแกรมจะกลับคืนสู่สภาพเดิม สวิตช์มอเตอร์จะตัดการทำงานของมอเตอร์ ปั๊มจะหยุดทำงานปั๊บบางแบบใช้ลูกกลอยที่ยึดติดกับสวิตช์ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ กล่าวคือเมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้น ลูกกลอยจะลอยสูงขึ้น และกดสวิตช์เริ่มการทำงานของมอเตอร์



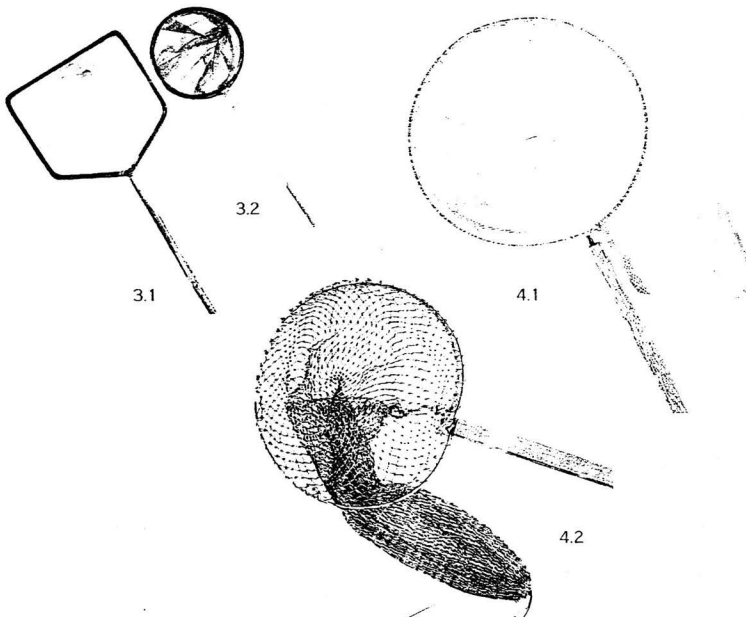
ภาพที่ 2.26 แสดงปั๊มน้ำขึ้นได้ดิน

2.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดบ่อปลาบ่อกรอง

เนื่องจากน้ำในบ่อมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำธรรมชาติ บรรดาของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลารวมทั้งซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยไม่อาจถ่ายเทไปทางไหนได้ดี ซึ่งตกค้างอยู่ในบ่อเป็นตะกอนนอนก้นอยู่ที่พื้นหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำของเสียเหล่านี้ไม่เพียงแต่ทำให้น้ำขุ่นและดูไม่สวยงามแต่ยังเป็นอันตรายต่อชีวิตของปลาและการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องกำจัดออกให้มากที่สุด ซึ่งเครื่องกรองน้ำจะทำหน้าที่ส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งเจ้าของบ่อปลาต้องทำการล้างทำความสะอาดทั้งบ่อปลา เครื่องกรองบ่อกรองให้สะอาดขึ้น

2.4.1 อุปกรณ์ทำความสะอาดบ่อปลา

กระชอน เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ตัก ลูกน้ำ ไรแดง โรทะเลให้ปลา ใช้ตักเศษผงภายในตู้ ใช้ปิดปากชั้นเวลาตักปลา กระชอนมีให้เลือกทั้งแบบด้ามเป็นพลาสติกและแบบด้ามไม้



ภาพที่ 2.27 แสดงอุปกรณ์ทำความสะอาดบ่อปลา

กระซอนข้อโนไม้

มีให้เลือกหลายแบบ ทั้งทรงกลม ทรงเหลี่ยม ฯลฯ ด้ามจับมักทำจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้รวก เป็นต้น ตาข่าย ทำจากไนลอนอย่างบาง (จากภาพที่ 2.27)

3.1 กระซอนทรงเหลี่ยม ขนาด $\varnothing$ 35 ซม.

3.2 กระซอนทรงกลม ขนาด $\varnothing$ 35 ซม.

สะลก

เป็นอุปกรณ์ทำความสะอาดสระน้ำ เช่น ข้อโนไม้ จอก แหน เป็นต้น ตาข่ายทำจากไนลอนที่มีคุณภาพดี มีให้เลือกทั้งแบบตาห่างและตาถี่ ตัวด้ามทำจากไม้เนื้อแข็ง จึงแข็งแรงและทนทานกว่าด้ามของกระซอนข้อโนไม้ที่ทำจากไม้รวก (จากภาพที่ 2.27)

4.1 สะลกขาว (ตาถี่) ขนาด $\varnothing$ 35 ซม.

4.2 สะลกเขียว (ตาห่าง) ขนาด $\varnothing$ 35 ซม.

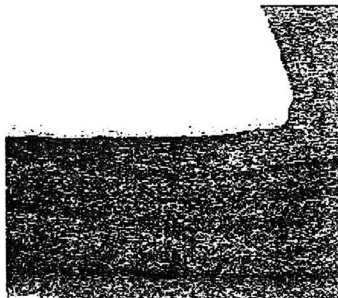
เส้นใยกรองตะกอนจากน้ำและผงถ่านกรองกลิ่นของน้ำ

เส้นใยมีทั้งเส้นใยธรรมชาติ เช่น ลำไย หรือเส้นใยวิทยาศาสตร์ เช่น โยแก้ว เส้นใยธรรมชาติ จะไม่เป็นอันตรายต่อปลา ถ้ามีการเล็ดลอดผ่านไปบ้างแต่ถ้าใช้งานนาน ๆ โดยไม่เปลี่ยนจะเกิดการเสื่อมสลาย มีกลิ่น

2.4.2 การทำความสะอาดบ่อกรองแบ่งแยกเป็น 2 ลักษณะ

1. ทำความสะอาดสัดส่วนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรบ่อกรองทั้งน้ำวิธีนี้จะสังเกตมีตะกอนออกมาช่วงแรก ๆ ชั่วสัก 1-2 นาที จากนั้นอาจจะใส่น้ำเนื่องจากเราทำประจำ

2. เป็นการทำความสะอาดบ่อกรองทั้งบ่ออาจทำทุก 2 สัปดาห์หรือเดือนละครั้งขึ้นอยู่กับความสกปรกมากน้อย



ภาพที่ 2.28 แสดงแผ่นกรองน้ำ

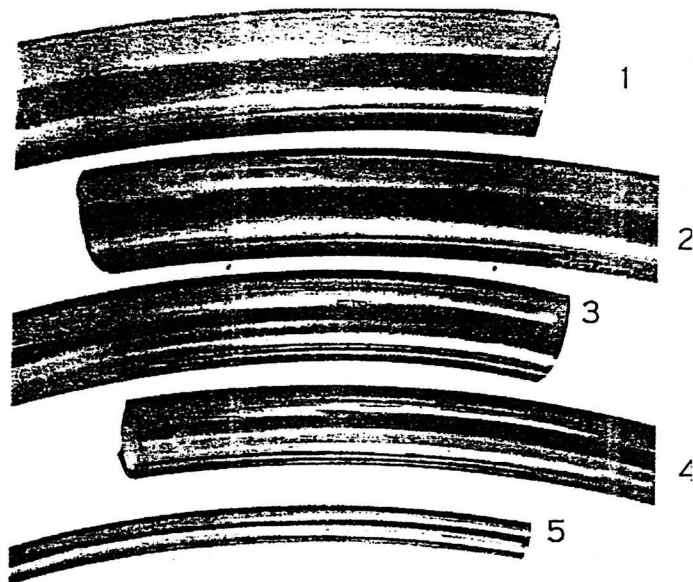
สายยาง

สายยางโดยทั่วไปนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น รดน้ำต้นไม้ ใช้ต่อกับเครื่องสูบน้ำ หรือติดตั้งทำน้ำพุ น้ำตกต่าง ๆ มีทั้งสินค้าที่ผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ หากเปรียบเทียบราคากันแล้วอาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็ไม่มากนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด วัสดุที่ได้มาตรฐาน คุณภาพดี ราคาก็ต้องสูงกว่าสายยางที่คุณภาพด้อยกว่า

สายยางที่ใช้งานในสวนน้ำต้องแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลา เช่น สายยางที่ใช้ต่อกับปั๊มเพื่อทำเป็นน้ำตก ลำธาร และน้ำพุ สายยางที่ดีควรทนทานต่อแสงแดดได้ดี

การซื้อขายสายยางตามร้านขายวัสดุก่อสร้างทั่วไปนั้น มักจะคิดราคาขายเป็นกิโลกรัม ไม่ว่าจะขนาดเล็กหรือใหญ่ก็คิดในราคาเดียวกัน

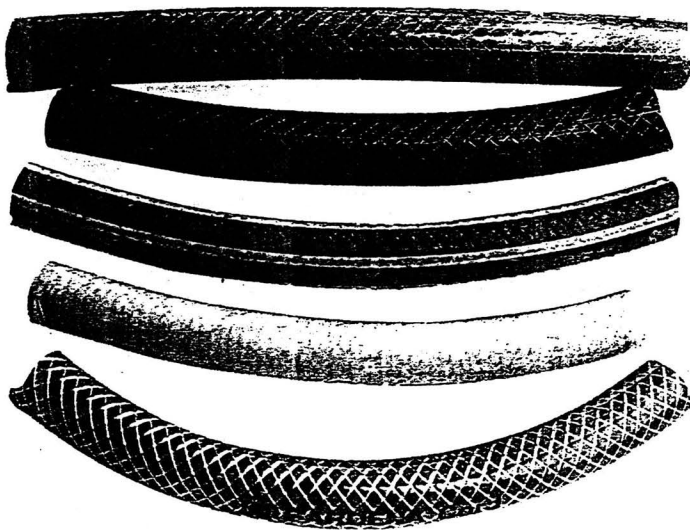
สายยางที่ผลิตในประเทศ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ $\frac{1}{4}$ นิ้ว หรือเล็กกว่า ไปจนถึง 3 นิ้วขึ้นไป มีให้เลือกทั้งอย่างหนาและบาง แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน สายยางขนาดเล็กใช้ต่อกับเครื่องสูบน้ำเล็ก ๆ สายยางขนาดใหญ่ใช้กับปากท่อเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ พร้อมกับบางขนาดเหมาะกับการใช้รดน้ำต้นไม้ก็มี สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายวัสดุก่อสร้างทั่วไป



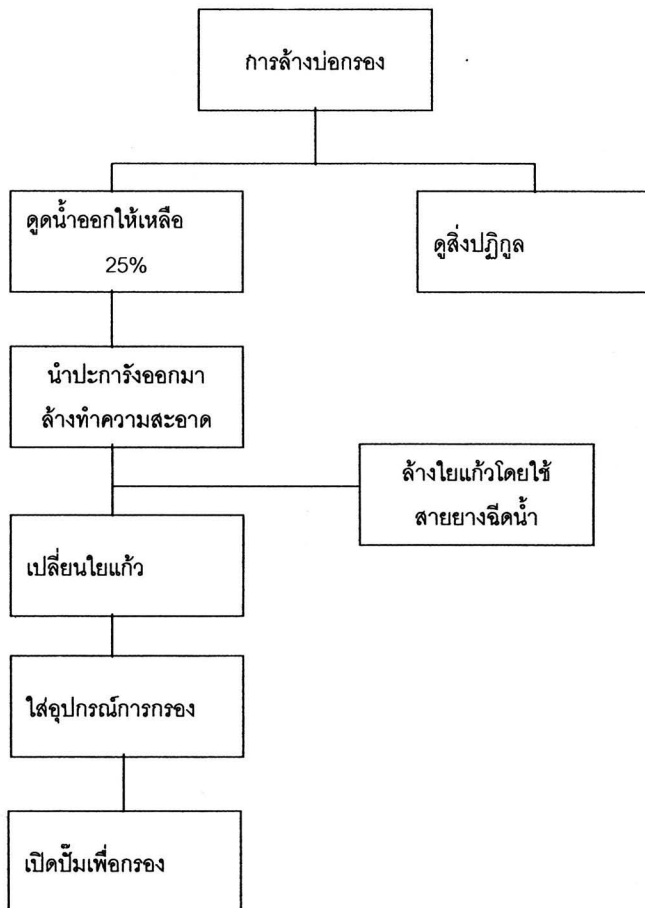
ภาพที่ 2.29 แสดงสายยางที่ใช้ในการประกอบล้างทำความสะอาด

ส่วนสายยางที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มักจะคิดราคาขายเป็นเมตรหรือขายยกม้วน ซึ่งจะแตกต่างกับสายยางที่ผลิตในประเทศที่คิดราคาขายเป็นกิโลกรัม สายยางประเภทนี้สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายเครื่องมือและอุปกรณ์จัดสวนทั่วไป

สายยางนำเข้าจากต่างประเทศ มีทั้งแบบธรรมดาและแบบเสริมเส้นใยในล่อนเพื่อความแข็งแรงทนทาน ลักษณะของสายยางค่อนข้างหนาเหมาะกับการใช้รดน้ำต้นไม้



ภาพที่ 2.30 แสดงลักษณะสายยางชนิดต่าง ๆ



2.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ชนิดใหม่ที่มีการคิดค้นเมื่อไม่นานมานี้เองและปัจจุบันนี้มีการนำเอาพลาสติกเข้ามาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ พลาสติกเป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการผลิตจำนวนมาก ๆ และมีคุณสมบัติทางการออกแบบที่ดีหลายประการ

พลาสติกเป็นสารประกอบอินทรีย์ Organic material compound ประกอบขึ้นจากโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่เชื่อมต่อกันในลักษณะสายโซ่ พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ Synthetic materials ที่มนุษย์ทำขึ้นมีธาตุประกอบหลักคือออกซิเจน ไนโตรเจนคลอรีน และคาร์บอน คุณสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องจากการเพาะเรียงตัวของธาตุทั้ง 5 ในโครงสร้างโมเลกุลของพลาสติกนั้น ๆ สารประกอบอินทรีย์ดังกล่าวจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่สูง จึงเรียกละเอียดประกอบนี้เป็น "โพลิเมอร์" (โพลิเมอร์หมายความว่า มากหลาย)

2.5.1 ประเภทของพลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เทอร์โมเซตส์
2. เทอร์โมพลาสติก

เทอร์โมเซตส์ (Thermoset TS.) คือ สารโพลิเมอร์ที่ยังใช้ประโยชน์อะไรยังไม่ได้ หากอยู่สภาพของวัตถุดิบ แต่ถ้าวัตถุดิบโพลิเมอร์ เทอร์โมเซตส์มาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิจุดหนึ่ง จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นในสารโพลิเมอร์นั้นในโมเลกุลจะเกาะจับตัวกันตามขบวนการทางเคมีฟิสิกส์ เรียกว่า "Cross link done" ปฏิกิริยาที่จับกันเป็นสายโซ่นี้เรียกว่า "Duloplastic")

เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic TP.) เป็นสารพลาสติกที่มีความไวต่อความร้อน ที่อุณหภูมิในห้อง (Room temperature) จะอยู่ในสถานะเป็นของแข็ง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึงจุดหนึ่ง สารพลาสติกจะเริ่มอ่อนตัวและในที่สุดจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของพลาสติก ชนิดนั้น ๆ มันจะกลับแข็งตัว และมีคุณสมบัติเหมือนเดิมได้อีก ดังนั้น จึงเป็นพลาสติกที่จะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ภายหลังจากนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เช่นเดียวกันโลหะทั่ว ๆ ไป ซึ่งสามารถนำกลับมาหลอมทำผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีกไม่มีที่สิ้นสุด

คุณสมบัติทั่วไปของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติดีเด่นกว่าวัสดุอื่น ๆ ที่เคยใช้กันมาก่อนอย่างมากมาย เพราะสามารถใช้ทดแทนวัสดุอื่น ๆ ได้เกือบหมด เช่น

- แข็ง
- อ่อนนุ่ม
- ยืดตัว

- เหนียวทนทาน
- ไส
- ทึบ
- เบา
- ทนความร้อน
- ทนการสึกกร่อน
- ทนสารเคมี
- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- กันน้ำ
- ไม่ติดง่าย
- หล่อขึ้นในตัว
- ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

ฯลฯ

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า คือในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย จึงทำให้มีคุณสมบัติหลายอย่างพร้อมกันไป คือ น้ำหนักโมเลกุล

คุณสมบัติทางกายภาพ (Mechanical) มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่นได้ดี ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical) เป็นฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี (Chemical) ทนกรดทนด่างและสารเคมีอื่น ๆ

ลักษณะของพลาสติกในรูปวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้สำหรับการผลิตมี 3 ชนิด คือ

1. ผง (Powder)
2. เม็ด (Pellet & granule)
3. เหลว (Liquid)

แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเครื่องจักรอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิต ชนิดผง และเม็ดเหมาะสำหรับประกอบเป็นอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการผลิตเป็นจำนวนมาก ต้องลงทุนในเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง ชนิดเหลวเหมาะสำหรับการประกอบอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือในครอบครัว

จากที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นคุณสมบัติโดยทั่วไปของพลาสติก จากความต้องการมีที่จะให้ผลิตภัณฑ์นี้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมภายในประเทศทั้งทางด้านวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิต จึงต้องหันมาคิดถึงอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศของเรานิยมใช้พลาสติก Polystyrene และ ABS. แต่เดิมนิยม

ใช้ Phenolic แต่ในปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้เนื่องจากมีราคาแพง แต่ด้วยเหตุผลทางด้านการศึกษาจึงควรนำมาเปรียบเทียบให้เห็นถึงความเหมาะสมต่าง ๆ และเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุด

ฟีนอลิก (Phenolic) ฟีนอลิกเป็นพลาสติก TS. รู้จักกันดีในชื่อทางการค้าว่า “เบกเกลไลท์” (Bakelite) ถูกค้นพบโดย Dr. Leohending Daekeland และถูกจดทะเบียนในปี ค.ศ. 1909 มีชื่อทางเคมีว่า Phenol formaldehyde มีปริมาณการใช้สูงสุด work house ในพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติง

ฟีนอลิกเป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักปานกลางมี ถ.พ. 1.25 – 1.55 มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่งรับแรงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดงอได้น้อย

ในระยะแรกฟีนอลิกมีแต่สีเฉพาะสีเข้ม ๆ เท่านั้น เช่น สีน้ำตาลแก่ และสีดำเท่านั้น และทึบแสง แต่ในปัจจุบันสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้มีทั้งทึบแสงฝ้าและใส มีทั้งชนิดขึ้นรูปด้วยการใช้แรงอัดและความร้อนและชนิดหล่อเย็น

คุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ในขั้นดีทั้งไฟฟ้าความถี่สูงและต่ำ ฟีนอลิก หลายชนิดทนไฟอาร์คไม่ได้ ฟีนอลิก ทนความร้อนในสภาวะปกติประมาณ 160 – 180 ฟาเรนไฮต์หากผสมวัสดุแทนความร้อนบางชนิด จะทนได้ถึง 400 ฟาเรนไฮต์ ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำหรือเย็นจะใช้ได้ดี ฟีนอลิก เป็นตัวนำความร้อนที่เลวติดไฟได้ช้าและดับเอง คุณสมบัติทางเคมีพอ ๆ กับพลาสติกชนิดอื่น คือทนกรดและด่างชนิดอ่อนไม่ได้ ไม่ทนออกซิเจนได้ซึ่งและต่างแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ คือทนแอลกอฮอล์ ไชมัน น้ำมัน ฯลฯ

ฟีนอลิก นิยมใช้ทำด้ามมือจับหุหม้อ หูกระทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์อุปกรณ์ไฟฟ้า ถาดบรรจุสารเคมี ตู้โทรศัพท์วิทยุ ฯลฯ

ในรูปของเหลวใช้เป็นวัสดุประสานกัน สารเคมี และการอัดไม้กันน้ำฟีนอลิก สามารถทำเป็นโฟมได้ ซึ่งจะขยายตัวได้ 300 เท่า โฟมฟีนอลิกนิยมทำเป็นทุ่นลอยน้ำใช้ในงานต่าง ๆ และใช้เสริมความแข็งแรงในปีเครื่องบิน

ลักษณะทางกายภาพของ Phenolic

ชนิดของพลาสติก	Thermoplastic
กรรมวิธีการผลิต	Compression transfer injection
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300 องศา-410 องศาฟาเรนไฮต์
การหดตัวหลังการผลิต	0.004-0.009 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.32-1.45
ปริมาตร ลบ. /นิ้ว	20.9-17.8
ทนแรงดึง	1000-11000 ปอนด์/ตร. นิ้ว

ทนแรงอัด	24,000-38,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.24-0.69
ความแข็ง	100-120
ทนความร้อนปกติ	350 องศา-360 องศาฟาเรนไฮต์
ทนกรด	ดีมาก ยกเว้น Oxidizing acids
ทนด่าง	พอใช้ (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	จะมีสีคล้ำแต่คุณสมบัติทางกายภาพยังคงที่

โพลีสไตรีน (Polystyrene) เป็นพลาสติก TP. ที่ใช้กันมาก แต่เดิมโพลีสไตรีนไม่ได้ถูกนำมาใช้ ในอุตสาหกรรมเลย ซึ่งตามความจริงโพลีสไตรีนถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1830 จนกระทั่งปี ค.ศ. 1938 และในปัจจุบันเป็นพลาสติกที่มีปริมาณการผลิตสูงที่สุดชนิดหนึ่ง

โพลีสไตรีน เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกแข็ง (Rigid plastic) มีความหดตัว น้อยมาก มีความคงรูปแข็งแรงแต่เปราะมีการดูดความชื้นต่ำ ทนต่อความร้อนได้พอสมควร ทนต่อกรดต่าง ๆ ทนต่อสารเคมีที่ใช้ภายในบ้าน ไม่ทนต่อสารไฮโดรคาร์บอน เช่น น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน เหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ภายในบ้านไม่เหมาะสำหรับการใช้ภายนอก

โพลีสไตรีน นิยมใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้สีอื่น ๆ ทำของเด็กเล่น ทำ ไม้บรรทัด แผ่นและตู้โทรศัพท์ฯลฯ ในรูปโฟม เราจะรู้จักกันดีในชื่อสไตรีนโฟม (Styrenefoam) ใช้ทำป้าย และสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแดดในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อน และเสียง ฯลฯ

โพลีสไตรีน สามารถทำให้มีคุณสมบัติพิเศษเกิดขึ้นได้โดยผสมสารเคมีบางอย่างเข้าไปจะทำให้กลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ขึ้นมา และมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไป เช่น

ABS. (Acrylonitrile butadiene styrene) โดยเติมสารเคมียางโพลีเมอร์บางชนิดเข้าไป เช่นเดิม Poly butadiene และ Styrene butadiene ลงไปตั้งแต่ 10-40% ตามความต้องการทาง คุณสมบัติที่จะให้เกิดความทนทานต่อแรงกระแทกได้ขึ้น พลาสติกเป็นที่รู้จักกันในชื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์ เช่น โทรศัพท์ ฝาและถาดภายในตู้เย็น ตัวถังกล่องถ้ายูรู สันรองเท้า กระเบื้องเทียบปูพื้น

ลักษณะทางกายภาพของ Polystyrene

ชนิดของพลาสติก	Thermoplastic
ความถ่วงจำเพาะ	1.04-1.10
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	25.2-28

ทนแรงดึง	1,900-12,000
ทนแรงกระแทก	0.25-11.0
ทนความร้อน	150 องศา-180 องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใส ทึบ
ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดย Oxidizing acids ได้
ทนด่าง	ได้
ทนสารละลายได้	ละลายได้ใน และ Chlorinated Hydrocarbon

เอบีเอส (ABS. Acrylonitrile butadiene styrene) พลาสติก เอบีเอส (Acrylonitrile butadiene styrene) โดยทั่วไปเรียกว่าสไตรีน เอบีเอส (styrene ABS.) เป็นพลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงจากโพลีสไตรีน ได้ถูกค้นคิดในปี ค.ศ. 1948

เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงมากชนิดหนึ่ง ทนความร้อนได้ดีถึง 112 องศาฟาเรนไฮต์ทนกรดด่างได้ดีพอสมควรเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีคุณสมบัติพิเศษที่ชุบโครเมียมได้ดี จึงนิยมใช้ทำปมหมุนวิทยุ โทรศัพท์ และใช้ทำผลิตภัณฑ์คุณภาพดีมากมาย เช่น อุปกรณ์ในรถยนต์ เครื่องรับโทรศัพท์ ถาดบรรจุอาหารบนเครื่องบิน ผ้าม้วนในตู้เย็น มือจับหมวกกันน็อก แบตเตอรี่ กระเป๋าเดินทาง ฯลฯ

ลักษณะทางกายภาพของ ABS. — Acrylonitrile butadiene styrene

ชนิดของพลาสติก	Thermoplastic
กรรมวิธีการผลิต	Injection extrusion electrostatic
อุณหภูมิในการผลิต	380 องศา-550 องศาฟาเรนไฮต์
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003-0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.02-1.08
ทนแรงดึง	4,000-9,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000-12,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระแทก	2-8 ที่ 70 องศาฟาเรนไฮต์ และ 0.8-3.5 ที่ 40 องศาฟาเรนไฮต์
ความแข็ง	45-115
ทนความร้อนปกติ	140 องศา-230 องศาฟาเรนไฮต์

การดูดซึมน้ำ	0.2-0.45
ทนกรด	ดีแต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด Oxidizing
ทนด่าง	ดีมาก
ทนแดด	ดี-ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี

โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) เป็นสารพลาสติกที่เรียกว่าเป็นพลาสติกทางวิศวกรรม มีคุณสมบัติสูงมากทางด้านความแข็งแรงทนทาน คือนับว่าเป็นพลาสติกที่แข็งแรงที่สุด ทนความร้อนขณะใช้งานได้ถึง 240 ฟ. โดยไม่เสียคุณสมบัติทางกายภาพทนต่อแรงกระแทก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนกรดต่างได้ดี เมื่อนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ทนทานมาก ใช้ทำอุปกรณ์ทนแรงทางด้านแมคคานิค เช่น เฟืองเกียร์ ใช้ทำตู้เครื่องปรับอากาศ ด้ามจับเครื่องมือ ฝาครอบเครื่องไฟฟ้า โคมไฟสาธารณะ แต่โพลีคาร์บอเนตไม่ทนต่อการกัดของสารเคมีพวกไฮโดรคาร์บอน

ลักษณะทางกายภาพของ (Polycarbonate)

ชนิดของพลาสติก	Thermoplastic
ความถ่วงจำเพาะ	1.2
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	23
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์ /ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000 ปอนด์ /ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	15
ทนความร้อน	250 องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใสที่สุด
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	ทนกรดอ่อนได้ ไม่ทนกรดแก่ต่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาช้า ๆ ต่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรง
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated Hydrocarbon และ Aromatics

โพลีซัลโฟน (Polysulphone) เป็นพลาสติก TP ที่ถูกค้นพบใหม่เมื่อปี ค.ศ. 1965 เป็นพลาสติกที่มีส่วนผสมทางเคมีคล้ายกับโพลีคาร์บอเนต โพลีซัลโฟนทนความร้อนได้ดีมาก การใช้งานที่อุณหภูมิ การใช้งานที่อุณหภูมิตั้งแต่ 150 องศา-300 องศาฟาเรนไฮต์ จะไม่ทำให้เสียคุณสมบัติทางกายภาพมีทั้งชนิดใส และทึบ สามารถทำให้เป็นสีต่าง ๆ ได้ด้วยการย้อม โพลีซัลโฟนทนแรงดึงและแรงอัดได้สูง ทนกรดต่างและสารเคมีอื่น ๆ ได้ทนความร้อน และเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี นิยมใช้ในงาน

วิศวกรรม เช่น ทำเป็นฝาครอบเครื่องบิน เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ชิ้นส่วนบางชนิดในรถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องคอมพิวเตอร์ ท่อแผ่น และน้ำยาเคลือบผิวลวดไฟฟ้า และนิยมใช้อุตสาหกรรมการบรรจุ ฯลฯ

ลักษณะกายภาพของ Polysulphone

ชนิดของพลาสติก	Thermoplastic
ความถ่วงจำเพาะ	1.24
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	22.3
ทนแรงดึง	10,000
ทนแรงอัด	14,000
ทนแรงกระแทก	1.3 ที่ 40 องศาฟาเรนไฮต์
ทนความร้อน	345 องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใส
ทนต่อแสงแดด	ได้ดี
ทนกรด	ได้ดี
ทนด่าง	ได้ดี
ทนสารละลาย	ทนได้เกือบทุกชนิด เว้น Aromatics

2.5.2 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. Molding (ประเภทหล่อพลาสติกเม็ด และผง ใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบบิต)
 - แบบอัด
 - แบบอัดส่ง
 - แบบรีด
 - แบบเป่า
 - แบบกลิ้ง
 - แบบอัดแผ่น
 - แบบฉีด
2. Casting (ประเภทหล่อพลาสติกเหลว)
 - แบบหล่อเย็น
 - แบบหล่อร้อน

3. Thermoforming (ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น)

- แบบอัดด้วยแม่แบบ
- แบบสูญญากาศ
- แบบอัดลม

4. ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง

- แบบใช้มือทำ
- แบบใช้เครื่องพ่น
- แบบใช้แม่แบบอัด
- แบบอัดเหลว
- แบบอัดถุงอากาศ
- แบบถุงสูญญากาศ

5. Foaming (ประเภทหล่อโฟม)

- แบบหล่อพลาสติกเม็ด
- แบบหล่อพลาสติกเหลว

จากการวิเคราะห์ได้เลือกชนิดของพลาสติก คือ ซึ่งเป็นพลาสติกชนิด และจากการศึกษากรรมวิธีการผลิตจะเป็นได้ว่าจะสามารถผลิตได้กับการกรรมวิธีที่เหมาะสมกับงานขึ้นนี้ คือการผลิตประเภทหล่อพลาสติกเม็ด และผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด แบบฉีด และประเภทอัดขึ้นพลาสติกแผ่น ทั้ง 3 แบบเมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้ง 2 ประเภทจะสามารถหากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมได้คือ

- ราคาเมื่อเริ่มผลิต
- ราคาเมื่อผลิตในจำนวนมากตามระบบอุตสาหกรรม
- ความสะดวกในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
- คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

จากตารางการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า วิธี Injection holding จะมีราคาสูงเมื่อเริ่มต้นผลิตเท่านั้น เมื่อผลิตเป็นจำนวนมากต้นทุนจะลดต่ำลง และวิธีนี้จะมีความสะดวกมากที่สุดเมื่อต้องการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และวิธีนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความละเอียด และซับซ้อนได้มากกว่า จึงเห็นได้ว่าวิธี Injection holding มีความเหมาะสมที่สุด

กรรมวิธีการผลิตด้วยวิธี Injection holding มีกรรมวิธีคร่าว ๆ กล่าวคือ เป็นกรรมวิธีที่ใช้กับ Thermoplastic โดยเฉพาะผลิตได้ปริมาณมากกว่าให้ได้รวดเร็ว ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกเม็ดหรือผงลงในช่องเท

2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไประหว่างที่ทำความร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 องศา-650 องศาฟาเรนไฮต์ โดยผ่านเครื่องแยก Toppedo หรือ Sparader เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ
3. พลาสติกเหลวจะไม่ผ่านหัวฉีด ไปยังแม่แบบปิดด้วยแรง 5,000-40,000 ปอนด์/นิ้ว
4. พลาสติกจะเย็น และแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่แบบ
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำชิ้นงานมาตัดตกแต่งต่อไป

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภทพลาสติกที่สามารถใช้ได้แก่พวก Thermoplastic เกือบทั้งหมด เช่น แอสเซททอลอะคริลิก โปลียาไมด์ "โพลีไธรีน ไวนิล ฟลูออโรคาร์บอน

2.5.3 การออกแบบตกแต่งพลาสติก

ชิ้นงานพลาสติกเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ (Molded plastic part) เสร็จออกมาเป็นรูปร่างแล้วส่วนมากจะต้องเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนการนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ ขั้นตอนสุดท้ายก่อนการนำไปประกอบนี้คือการตกแต่งโดยทั่วไป การตกแต่งพลาสติกมีจุดประสงค์เพื่อความงามทางสายตา แต่สำหรับนักออกแบบตกแต่งไม่ได้มีจุดประสงค์เพียงเพื่อความงดงามเพียงอย่างเดียว วัตถุประสงค์อื่น ๆ ที่นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงควบคู่ไปด้วยก็คือ เพิ่มความคงทนให้แก่พลาสติกนั้น ๆ หรือส่วนนั้น ๆ เช่น ทนต่อสารเคมี ทนแดดทนฝน เป็นสื่อหรือฉนวนไฟฟ้าทนต่อความร้อน ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อแสงสว่าง และท้ายที่สุดที่จะเป็นคือ การออกแบบตกแต่งเพื่อใช้เครื่องหมายการค้า หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ที่จำเป็นที่จะ

วัตถุประสงค์ที่กล่าวมานี้ สามารถทำได้โดยการออกแบบล่วงหน้าเอาไว้ก่อนในชิ้นงานพลาสติกแต่ละชิ้น ดังนั้นนักออกแบบจำเป็นจะต้องทราบล่วงหน้าว่าชิ้นงานนั้นจะได้รับการตกแต่งพลาสติกนั้นมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น การพ่นสี การชุบสี การพิมพ์สี การเคลือบสี การชุบโลหะและอื่นๆ อีกมากมายต่างก็มีเทคนิคที่แตกต่างกันไป เท่าที่ควรทราบมีวิธีการและเทคนิคที่สำคัญ ๆ ที่นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่

1. การตกแต่งผิวพื้นทั่วไป ในการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนอาจต้องการ พื้นผิว ต่างออกไปการที่จะทำให้เกิด Texture ต่าง ๆ ที่บนพื้นผิวพลาสติกนั้น ๆ นักออกแบบจะต้องบอกเจาะจงลงไปในรูปแบบแปลน เพื่อให้ช่างทำแม่พิมพ์เข้าใจและเตรียมการทำ Texture นั้น ๆ ลงไปในแม่พิมพ์โดยตรงเลยทีเดียว ลวดลายคือ Texture ต่าง ๆ สามารถทำได้เช่นเดียวกับงานโลหะแต่สำหรับงานพลาสติก Injection สามารถทำลายหรือ Texture ได้ละเอียดมากถึงขนาดลายไม้ลายหนึ่งก็ได้

2. สีเคลือบกับงานพลาสติก วัสดุพลาสติกทั่วไปสามารถใช้สีตกแต่งผิวได้คงทนดีพอสมควร สีเคลือบที่ใช้ถ้าเป็นสีธรรมดาอาจจะไม่ติดคงทน บางครั้งอาจจากความเสียหายให้แก่ผิวพลาสติกได้ ดังนั้นควรใช้สีพิเศษที่ใช้สำหรับพลาสติกโดยเฉพาะมี 2 ชนิด คือ

- Emerald เป็นสีที่มีส่วนผสมเป็น Thermosetting resin เจือปนอยู่ด้วยแล้ว จึงสามารถจับติดผิวพลาสติกอื่น ๆ ได้ดี และไม่ทำลายผิวพลาสติกเหมาะสมสำหรับพลาสติกพวก TS. Emerald LS เป็นสีที่มีคุณสมบัติมันเป็นเงาเมื่อแห้ง และผิวเคลือบที่แข็งไม่เป็นรอยขีดข่วนง่าย แต่สีที่ต้องใช้วิธีการอบความร้อนเพื่อให้แห้งแล้วจึงจะได้คุณสมบัติดังกล่าว Emerald ที่มีส่วนผสมของ Epoxy หรือ Polyurethane จะช่วยเป็นตัวเคลือบที่ช่วยให้ความคงทนต่อการสึกหรอและทนต่อดินฟ้าอากาศมากที่สุด

- Lacquers เป็นสีที่มีส่วนผสมเป็น Thermosetting resin เจือปนอยู่ เหมาะสมสำหรับงานพลาสติกพวก TP สีชนิดนี้แห้งเร็วโดยใช้อุณหภูมิต่ำ คือ อุณหภูมิห้อง มีความคงทนพอสมควร

3. การเคลือบสีตกแต่งงานพลาสติก การเคลือบสีลงบนผิวหน้าของพลาสติกมีด้วยกันหลายวิธี แต่มินิยมใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมได้แก่

- Mask spray painting
- Flow coating
- Dip coating
- Roller coating
- Spray and wipe
- Silkscreen decorating

4. การตกแต่งด้วยปั๊มร้อน (Hot stamp) เป็นกรรมวิธีที่ใช้กับพลาสติกผิวเรียบ ตัวแม่ปั๊มเป็นโลหะ ทำโลหะให้ร้อนใช้ปั๊มลงบนผิวพลาสติกโดยมีแผ่นผ้าหมึกสีชั้นกลางแม่ปั๊มมีลวดลายเป็น Negative และใช้ปั๊มด้วยแรงกดดันสูงมีอุณหภูมิประมาณ 275 องศา ถึง 305 องศา ผิวพลาสติกจะถูกกดให้เป็นลายตามลายของแม่ปั๊มพิมพ์ พร้อมมีสีแต่งแต้มเสร็จในตัวโดยแผ่นผ้าหมึกที่ชั้นอยู่

แม่ปั๊มมี 2 ชนิด คือแม่ปั๊มกดรอย กับแม่ปั๊มพิมพ์หมึก แม่ปั๊มกดรอยใช้สำหรับทำลวดลายพร้อมกับพิมพ์สีลงบนชิ้นงานที่ไม่มีลวดลาย ส่วนแม่ปั๊มที่มีผิวหน้าเรียบทำด้วย มีความนุ่มพอสมควร ใช้สำหรับพิมพ์สีลงบนลวดลายบนของชิ้นงานพลาสติก

ตารางผนังความหนาของผลิตภัณฑ์พลาสติก

	ต่ำสุด	ทั่วไป	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
อะครีโนนไนคราย	0.7	1.0	2.5	3.0-6.0
ไนลอน	0.4	0.6	1.5	1.5-3.2
โพลีเอทิลีน	1.0	1.3	1.6	2.5-3.2
โพลีสไตรีน	0.8	1.3	1.6	2.5-3.2
โพลีไวนิล	1.5	2.0	2.5	3.0-6.0
โพลีพรอไพลีน	0.2	0.5	1.5	2.0-5.0
เอบีเอส	0.8	1.3	2.0	3.0-5.0
โพลีคาร์บอเนต	1.0	1.5	2.0	3.0-5.0

หน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm.)

2.5.4 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก

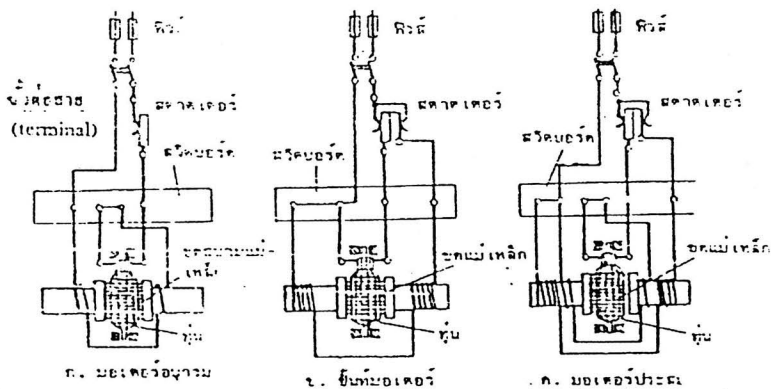
1. ประเภทหล่อพลาสติกเหน็ดและผกโดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบพิมพ์
 - 1.1 แบบอัด เช่น ข้อนจาน ขาม อุปกรณ์ไฟฟ้า สวิทช์ไฟ แผ่นเสียง ด้ามมีดจับเตารีด หนูมือ กระทะ กระดุม
 - 1.2 แบบอัดส่งเช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีชิ้นส่วนโลหะติดอยู่
 - 1.3 แบบฉีด เช่น ผลิตภัณฑ์เกือบทุกชนิด
 - 1.4 แบบรีด เช่น สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก ถุงพลาสติก สายเบ็ดไนลอน พลาสติกแผ่น
 - 1.5 แบบเป่า เช่น ขนาดพลาสติกบรรจุของเหลว
 - 1.6 แบบลูกกลิ้ง เช่น (ฝ้ายาง กระเบื้องยาง พีวีซี พลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์
 - 1.7 แบบอัดแผ่นเคลือบผิว เช่น โฟเมก้า แผ่นอุปกรณ์ในเครื่องจักรและเครื่องไฟฟ้าที่มีความร้อนสูง แผ่นเซอริกติวทิพ-ทีวี
 - 1.8 แบบอัดเย็น เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าราคาถูกรับแรงน้อย ๆ เช่น ปุ่มมีดจับ
2. แบบหล่อพลาสติกเหลว
 - 2.1 แบบหล่อเย็น เช่น ชิ้นงานที่มีรูปร่างเป็นแผ่น ก้อน แผ่นพลาสติกใส่เครื่องประดับ พวงกุญแจ
 - 2.2 แบบหล่อร้อน เช่น ถุงมือ รองเท้ายางกันฝน ยางหุ้มปลั๊กไฟฟ้า ของเล่นพลาสติก

3. ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น
 - 3.1 แบบอัดด้วยแม่แบบ เช่น ภาชนะบรรจุต่าง ๆ ป้ายชื่อร้าน ป้ายโฆษณา
 - 3.2 แบบสูญญากาศ เช่น ผนังชั้นในของตู้เย็น เครื่องเล่น
 - 3.3 แบบอัดลม
4. ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง
 - 4.1 แบบใช้มือทา เช่น งานทดลองแบบ งานชิ้นส่วนใหญ่จำนวนน้อย
 - 4.2 แบบใช้เครื่องพ่น เช่น ต้องการความรวดเร็วกว่ามือทาการซ่อมแซมภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ อ่างอาบน้ำ ถึงบรรจุของเหลวในตู้รถสินค้า
 - 4.3 แบบใช้แม่แบบอัดเช่น ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนมาก คุณภาพดี ผิวเรียบทั้งสองด้าน เช่น แก้วอีนัง
 - 4.4 แบบอัดเหลว เช่น เหมือน 4.3 แต่ต้องการความแข็งแรงน้อยกว่า เช่น ถาดกล่อง
 - 4.5 แบบฉั่งอัดอากาศ เช่น ชิ้นงานขนาดใหญ่ผลิตเป็นจำนวนมากผิวเรียบด้านเดียว ความหนาไม่เสมอกัน
 - 4.6 แบบฉั่งสูญญากาศ เช่น ฉั่งอัดอากาศให้ผิวเรียบกว่าแบบฉั่งสูญญากาศ
5. ประเภทหล่อโฟม
 - 5.1 แบบหล่อพลาสติกเม็ด เช่น โฟมแผ่นสีขาวที่ใช้ตัดทำด้วยหนังสือ โฟมบรรจุผลิตภัณฑ์ แผ่นผนังกันความร้อนในผนังหรือเพดาน ผลิตภัณฑ์ลอยน้ำ วัสดุก่อสร้าง
 - 5.2 แบบหล่อพลาสติกเหลว เช่น เครื่องหมายและสิ่งประดับ ฉีดได้ทั้งเร็ว ฉีดในเฟอรินเจอร์ฟองน้ำชนิดต่าง ๆ

2.5.5 ข้อมูลเรื่องมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไปในขณะนี้ ได้แก่ มอเตอร์ไฟตรงและมอเตอร์ไฟสลับและสามารถจำแนกได้กว้าง ๆ ดังนี้ คือ

1. มอเตอร์ไฟตรง (DC Motors) แบ่งได้เป็น
 - มอเตอร์อนุกรม
 - ชั้้นท์มอเตอร์
 - มอเตอร์ประสม หรือ คอมปาว์นัมอเตอร์
2. มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction motors) แบ่งได้เป็น
 - สลิปเฟสมอเตอร์ ใช้ในงานเครื่องจักรผ้าไฟฟ้า เตาน้ำมัน เครื่องเป่าลม เครื่องขัดเงา เครื่องล้างขวด ฯลฯ
 - คาร์ปาสีเตอร์มอเตอร์
 - เซดเคดโพลมอเตอร์
 - ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์
3. ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous motors)



ภาพที่ 2.31 แสดงลักษณะมอเตอร์ไฟตรงแบบต่าง ๆ

มอเตอร์ประสม (Compound motor)

มอเตอร์นี้แบ่งขดลวดสนามแม่เหล็กเป็น 2 ตอน ตอนที่หนึ่งต่ออนุกรมกับขั้วตอนที่สองต่อขนานกับขั้วของตอนที่หนึ่ง ภายในมีทั้งวงจรแบบมอเตอร์อนุกรมและชั้้นท์มอเตอร์ประสมอยู่

คุณสมบัติพิเศษ : มอเตอร์นี้ให้แรงขับมากกว่าชั้้นท์มอเตอร์แต่ไม่มากเท่ากับอนุกรมความเร็ว

รอบของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงตามปริมาณโหลดได้ไวกว่าชั้นท่อมอเตอร์ แต่
น้อยกว่าแบบอนุกรม แต่ปลอดภัยกว่าแบบอนุกรม

ตัวอย่างงาน : ใช้เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนตัดโลหะแผ่นขนาดใหญ่ แทนคอต แทนตัดเจาะ

สรุป ชนิดและชนิดของมอเตอร์

1. ดีซีมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาดเล็กนิยมใช้กับเครื่องไฟฟ้าขนาดเล็ก
ราคาถูก มีน้ำหนักเบา
2. สปริงเฟลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบบเฟสเดียวที่จัดอยู่ในประเภทอินดักชัน
มอเตอร์
3. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสเดียว มีส่วนประกอบ
เหมือนสปริงเฟลมอเตอร์ทุกประการ
4. เซดเคดโบลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
5. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งแบบสลับและตรง มีขนาดใหญ่กว่าดีซีมอเตอร์
และเป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ถ่าน น้ำหนักมากกว่า

2.6 หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.6.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ (ธีรชัย สุขสด. 2544 : 88 – 92)

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดจากการออกแบบที่ดี ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ นักออกแบบต้อง
คำนึงหลักการทำการออกแบบที่เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ว่าควรมี
องค์ประกอบอะไรบ้าง แล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมา เสนอแนวคิดให้
ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบ โดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบ
ผลิตภัณฑ์ควรคำนึงมีอยู่ 9 ประการคือ

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความแข็งแรง (Construction)
4. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics)
5. ความสวยงาม (Aesthetics)
6. ราคาพอสมควร (Cost)
7. การซ่อมแซมง่าย (Ease of Maintenance)
8. วัสดุและการผลิต (Material and Production)
9. การขนส่ง (Transportation)

1. หน้าที่ใช้สอย

หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ต้องมีหน้าที่ใช้สอยตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และสะดวกสบาย ถือว่ามีประโยชน์ใช้สอยดี สำหรับคำว่าประโยชน์ใช้สอยดีนั้น (ดลต์ รัตนทัศนีย์. 2528 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจขอให้อธิบายการออกแบบมีดหั่นผัก แม้ว่ามีดนั้นจะมีประสิทธิภาพ ในการหั่นผักได้ขาดตามความต้องการ แต่จะกล่าวว่ามีดนั้นมิประโยชน์ใช้สอยดียังไม่ได้ จะต้องมองประกอบอื่นร่วมอีก เช่น ด้ามจับนั้นจะต้องมีความโค้งงอที่สัมพันธ์กับขนาดมือของผู้ใช้ ซึ่งเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการหั่นผักด้วยและภายหลังจากการใช้งานแล้วยังสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ประโยชน์ใช้สอยของมีดจึงจะสมบูรณ์

2. ความปลอดภัย (SAFETY)

สิ่งที่อำนวยความสะดวกได้มากเพียงใด ย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกต่าง ๆ มักจะเกิดจากเครื่องจักรกล และเครื่องใช้ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลักเสี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือมีคำอธิบายไว้

ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก ต้องคำนึงถึงวัสดุที่ไม่เป็นพิษ เวลาเด็กเอาเข้าปาก หรือกัดอมนักออกแบบต้องคำนึงถึงผู้ใช้เป็นสำคัญ มีการออกแบบอย่างต้องใช้เทคนิคที่เรียกว่าแบบธรรมดาแต่คาดไม่ถึงในการให้ความปลอดภัยเช่น การออกแบบหัวเกลียววาล์ว จะมีการทำเกลียวเปิดให้ย้อนศรตรงข้ามกับเกลียวทั่วไป เพื่อความปลอดภัย สำหรับคนที่ไม่ทราบ หรือเคยมือไปหมุนเล่นคือยิ่งหมุน ยิ่งแน่น เป็นการเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้

3. ความแข็งแรง (CONSTRUCTION)

ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์ หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุจำนวน หรือปริมาณโครงสร้าง ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างกับการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งเรื่องของความงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรงจะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องเป็นผู้ตั้งเอาสิ่งสองสิ่งนี้เข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับที่การออกแบบรูปร่าง และการเลือกใช้วัสดุ และประกอบกับการศึกษาข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนัก หรือกระทบกระแทกอะไรหรือไม่ในขณะที่ใช้งานก็จะต้องทดลองประกอบการออกแบบไปด้วย

4. ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMICS)

นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด ซึ่งประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนของมนุษย์ ด้านสรีระศาสตร์ จะทำให้ทราบ ขีดจำกัด ความสามารถของ

อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ หรือศึกษาด้านจิตวิทยา ซึ่งความรู้ในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้จะทำให้ นักออกแบบ ออกแบบและกำหนดขนาด ส่วนโค้ง เว้า หรือส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมกับร่างกาย หรืออวัยวะที่มนุษย์ใช้ จะเกิดความสะดวกสบายในการใช้ไม่เมื่อย หรือเกิดการล้าในขณะที่ใช้งานไปนาน ๆ แต่ทั้งนี้ต้องศึกษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ดีก่อนจะไปเหมาว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่ดีเพราะผลิตภัณฑ์บางชนิดมาจากประเทศตะวันตกมีรูปร่างใหญ่กว่าชาวเอเชีย นักออกแบบจึงต้องศึกษารูปร่างสัดส่วนของร่างกายหรือเผ่าพันธุ์ที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์

5. ความสวยงาม (AESTHETICS)

ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้นับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะทำให้เกิดสิ่งที่ทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อเพราะความประทับใจ จะใช้สอยดีหรือไม่ต้องใช้เวลามากขึ้นหรือไม่ คือใช้ไปเรื่อย ๆ ก็จะไม่พบข้อบกพร่องในหน้าที่ใช้สอยให้เห็นตามมาที่หลัง ผลิตภัณฑ์บางอย่างความสวยงามก็คือน้ำที่ใส่นั่นเอง เช่น ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ของขวัญตกแต่งต่าง ๆ ซึ่งผู้ซื้อเกิดความประทับใจในความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมือนกับการกำหนดรูปร่างสีในงานศิลปะแขนงอื่น ๆ เช่น งานจิตรกรรม สามารถแสดงออกกำหนดรูปร่าง สี ได้ตามความนึกคิดของจิตรกร แต่งานออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นไปในลักษณะศิลปะอุตสาหกรรม จะทำตาม ความรู้สึก หรือความชอบของผู้ออกแบบเพียงผู้เดียวไม่ได้ จำเป็นต้องยึดข้อมูล กฎเกณฑ์ผสมผสานกับรูปทรงและสีให้เหมาะสม

6. ราคาพอสมควร (COST)

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาขายนั้นย่อมต้องมีข้อมูลด้านผู้บริโภค และการตลาดที่ได้ค้นคว้าและสำรวจว่าผลิตภัณฑ์ย่อมต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะให้ว่าเป็นคนกลุ่มใด อาชีพใด มีความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด นักออกแบบก็จะเป็นผู้กำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณอยู่ในรูปแบบของวงกลม วงรี สี่เหลี่ยม หรือรูปทรงอิสระ การออกแบบควรยึดหลักการกว้าง ๆ เพื่อเป็นแนวคิดดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับความงาม

จากการศึกษาเกี่ยวกับส่วนที่เกี่ยวกับการออกแบบนั้นผู้ศึกษาหรือผู้ออกแบบจะต้องศึกษาอย่างละเอียด ถี่ถ้วน เพราะส่วนสำคัญในการโน้มน้าวจิตใจ หรือส่วนกระทบใต้อันตมอันดับแรก ก็คือความงามโดยเฉพาะรูปทรง ความสวยงาม การออกแบบจะต้องแสดงสาระที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เป็นแนวคิด มีความโดดเด่น สะดุดตา สวยงามไม่ขัดแย้งกับความเป็นจริง ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม โดยยึดหลักองค์ประกอบศิลปะเป็นสำคัญ

2. แนวคิดเกี่ยวกับความหมาย

การสื่อความหมายเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาสังคมที่จะนำทางไปสู่วัตถุประสงค์หลักได้อย่างง่ายดายที่แตกต่างกันไปบางครั้งเป็นเพียงการแจ้งให้ทราบ บอกให้รู้ต้องการแสดง

จินตนาการร่วมกัน ต้องการให้เกิดทัศนคติที่ดีร่วมกัน ต้องการให้เกิดการรับข้อมูลหรืออาจเน้นลึกไปถึงขั้นให้คล้อยตาม ปฏิบัติตาม อิทธิพลที่มีผลต่อแรงบัลดาลใจขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหลายประการในการกำหนดรูปแบบการสร้างสรรค์

3. แนวความคิดเกี่ยวกับความเด่นและน่าประทับใจ

การทำให้การออกแบบเกิดความน่าสนใจนั้นเกิดขึ้นได้หลายวิธี อาจเน้นให้เกิดความน่าสนใจโดยหลักการเน้นทางองค์ประกอบศิลป์ คือความมุ่งหมายให้ผู้ออกแบบข้อมูลหลักที่ตั้งเป้าหมายไว้ ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดว่าส่วนใดเป็นส่วนสำคัญ ก็อาจเน้นโดยรูปทรง หรือการสร้าง ความน่าสนใจโดยเทคนิคการออกแบบ เช่น การเสนอรูปแบบสร้างสรรค์ในรูปแบบหรือเสนอในลักษณะท้าทาย เป็นต้น

4. แนวคิดเกี่ยวกับความเหมาะสมในการออกแบบและใช้งาน

รูปแบบงานจะแสดงออกถึงการใช้งาน หรือรูปร่างลักษณะ บุคลิกของงานออกแบบ ไม่ว่าจะเป็นใช้เทคนิคอย่างไรหรือสไตล์แบบไหน การออกแบบก็ต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับเนื้อหา กลยุทธ์ รูปแบบ ตลอดจนงบประมาณที่มีอยู่ การวิเคราะห์จะต้องศึกษาถึงความเกี่ยวข้องกันของ กระบวนการและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องเกี่ยวพันกัน ซึ่งกันและกันกับการนำไปใช้

ทฤษฎีการรับรู้งานออกแบบ (วรพงศ์ วรชาติอุดมพงศ์. 2538 : 130 – 132)

จุดเด่นของการออกแบบคือการสร้างความรู้สึกของการรับรู้สาระในภาพได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว การจัดองค์ประกอบโดยอาศัยหลักการทางศิลปะเพียงเพื่อการเน้นความงามจึงไม่เป็นการเพียงพอ ผู้ออกแบบจะต้องตระหนักถึงการรับรู้จากลักษณะการเห็นภาพอีกด้วย นักจิตวิทยา กลุ่มเกสตัลท์ (Gastalt) ได้สรุปหลักเกณฑ์การจัดหมวดหมู่ภาพจากการเห็น ดังนี้

1) ความใกล้ชิดกัน (Proximity) สิ่งใดที่อยู่ใกล้กันจะเกิดความรู้สึกว่าเป็นพวกกันหรืออยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน โดยการออกแบบจึงสามารถสร้างแรงกระตุ้นการเห็นโดยการจัดภาพให้รวมกลุ่ม เพื่อเน้นจุดสนใจในภาพ

2) ความคล้ายคลึงกัน (Similarity) ความเป็นหมวดหมู่เดียวกันเกิดจากลักษณะของภาพที่มีความคล้ายคลึงกันอันเกิดได้จากรูปร่างคล้ายกัน

3) ความต่อเนื่องกัน (Continuity) ความต่อเนื่องของภาพจะเกิดจากการจัดวางองค์ประกอบให้อยู่ในลักษณะติดต่อกัน หรือเว้นระยะอย่างมีจังหวะ การจัดวางองค์ประกอบให้คล้อยตามกันไปในทิศทางเดียวกัน หรือการจัดโครงสร้างที่กลมกลืนกัน

4) การประสานกัน (Closure) ได้แก่ การจัดสร้างภาพที่ใกล้จะสมบูรณ์ หรือการขาดองค์ประกอบบางอย่าง เพื่อให้ผู้ดูเกิดความรู้สึกต่อเนื่องให้สมบูรณ์ สามารถสร้างความรู้สึกต่อส่วนภาพที่ยังไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไปให้สมบูรณ์

2.6.3 จิตวิทยาสีและการตกแต่ง

ทฤษฎีสี

ทฤษฎีสีเราแบ่งออกเป็น 3 สีคือ

2. สีแดง (Red)
3. สีเหลือง (Yellow)
4. สีน้ำเงิน (Blue)

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น เมื่อนำมาเรียงกันเป็นวงจรโดยอาศัยหลัก

ทฤษฎีสีของ สามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. สีร้อน
2. สีเย็น

สีร้อน

คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก มีความสะดุดตาเมื่อมองไกล ๆ เป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น

คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึกไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นาน ๆ

โดยไม่ระคายเคืองนัยยะตา

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว มียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น
ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างมาก

การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีตกแต่งผิวงานเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อ
ชักจูงในสำหรับการขายและความชอบนั้น ๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การ
แต่งผิวเพื่อชักนำใ้มนำให้เกิดผลทั้งทางการขายความสะดุดตา และความหมาย ความงาม ความ
งามทั้งหลายโดยประโยชน์ของสีก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิด อาจมีทั้งสีกันสนิม กันน้ำหรือต่อต้าน
ภาวะการทำลายจากภายนอก สำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องการความงามในการตกแต่งแล้วยังเป็น
สัญลักษณ์บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงานหรือเตือนใจ สำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์ใช้
สอยแต่ละอย่างด้วย โดยมีการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึก และการกำหนดจาก
มาตรฐานสากล เพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอย นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์
ตกแต่งซึ่งอาจใช้สีใด ๆ ก็ได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบและความนิยมของตลาดแต่สำหรับ

ผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ด้านประโยชน์ใช้สอย รวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนใจไว้ เช่น เครื่องจักรเคลื่อนที่ช้า เช่น เครื่องบรรทุก หรือสติกเกอร์ ควรใช้สีเหลืองเทา หรืออาจเป็นสีเหลืองที่บริเวณส่วนหรือก้นขน และสีเหลืองยังทำให้รู้สึกเบา สะอาด ความถึงการข้อมสีกก็ทำให้ง่าย ตัวอย่างเช่น รถนักเรียนตามมาตรฐานสากลนั้นมักใช้สีในกลุ่มสีแดงหรือสีเหลือง

เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจใช้สีกลองเป็นสีน้ำเงิน โดยสีผิวภายในเป็นสีแดงเพื่อเตือนถึงอันตรายหรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าสูง ก็ใช้สีสดเตือนไว้กันสำหรับเครื่องมือในการรักษาพยาบาล กลองหรือสิ่งแสดงต่าง ๆ ให้กากบาทสีเขียวบนพื้นขาวเป็นต้น

ลักษณะของสีกับการใช้งาน

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มที่สุด เมื่อนำมาใช้งานดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าตัวแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดไล่กับสีสดไล่
- สีอ่อนตัดกับสีสดไล่
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูพื้นดำ

เทคนิคการใช้สี

ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สีมีดังนี้

1. สีกับรูปร่าง
2. สีกับผิว
3. สีกับวัสดุ
4. การกำหนดสี
5. เครื่องทำการทดสอบสี

สีกับรูปร่าง (Colour and Shape)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่างกัน จะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้มเพราะสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างไร จึงจะทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีและผิว (Colour and Texture)

ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เห็นง่าย ให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการให้เคลื่อนไหวไม่ควรมีสีด้านเพราะจะทำให้ระคายคายตาทำงานไม่สะดวก

พยายามใช้วัสดุบางอย่างออกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงวัสดุที่ใช้ตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (Colour and Material)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภทคือ

1. สีต่าง ๆ แลคเคอร์ และเคลือบมีหลายสี
2. โลหะคือพวกชุบโครเมียม นิกเกิล ชุบอลูมิเนียม มีแตกต่างกัน
3. พลาสติก มีสีต่าง ๆ มากมาย
4. เครื่องเคลือบดินเผา
5. แก้ว

การกำหนดสี (Colour specification)

การออกแบบต้องกำหนดและในโรงงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่เราไม่ได้คือการกำหนดชนิดที่ต้องการบนแผ่นสีเหลี่ยมเล็กเป็นตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องติดตามควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

1. ขนาด
 - 1.1 สีอ่อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น
 - 1.2 สีเข้ม ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง
2. น้ำหนัก
 - 2.1 สีอ่อนและสีร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
 - 2.2 สีเข้มและสีเย็นทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก
3. ความแข็งแรง
 - 3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงมาก
 - 3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย
4. อุณหภูมิ
 - 4.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกอบอุ่นไม่สบายใจ
 - 4.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

5. ความสะอาด

5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

5.2 สีอ่อน เช่น สีขาว สีเหลืองอ่อน สีฟ้าอ่อน สีเขียวอ่อน ให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา

6. ความภูมิฐาน

สีเทาเป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด (อาจมีสีร่อนเน้นหน่อย) ตามปกติสีที่ใช้ในสำนักงานจะใช้สีเทาแกมเขียว และสีเทาแกมน้ำเงิน

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

อันที่จริงแล้ว อิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราจะรู้สึกไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกลียด ซ้อนอาจเป็นผลมาแต่เหตุต่าง ๆ กัน เช่น คนที่เคยประสบไฟไหม้มาแล้วจนฝังจิตฝังใจแต่นั้นมา จะทนดูสีแดงไม่ได้ หรือบางคนได้รับความประทับใจจากธรรมชาติ และชอบสีเขียวมากกว่าสีใด ๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้นจะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเจ้าของ และบุคคลต่าง ๆ ควบคู่กับความรู้สึกในเรื่องของสีของผู้ออกแบบเองด้วย

สีกับความรู้สึก

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดใสดชื่น กระชุ่มกระชวย ให้พักสายตาได้ สบายใจ หรือสีเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนของพื้นหรือฐาน แสดงความสงบเสถียร แสดงความมีฐานะมั่นคงดี

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอ่อน เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดียวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกลดทอนหัวใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ได้ในเนื้อที่กว้าง ลดความจ้าของสีขาว และความลึกกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้ทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ ดูแล้วสบายตา

สีดำ โดยปกติทำให้เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกกลับ ให้ความรู้สึกหนัก มั่นคง การใช้สีดำสลับกับสีขาวในพื้นที่รวมกับสีอื่นจะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง และไม่สกปรก

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดียวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้กับสีของฐานหรือที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวมานี้เป็นสีด้านความงดงาม ที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรูสึกนั้น คือ สีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันอีกมาก เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาสำหรับสีเทา ขาว และดำ จะจัดเป็นสีที่เรียกว่า “สีเอกรงค์” ไม่ควรใช้ร่วมกันระหว่างแม่สี (สีเหลือง แดง น้ำเงิน)

1. การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้น กลมกลืนหรือแตกต่างกับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากเกินไปก็ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่าง เช่น อาคารที่อยู่ในชนบท ควรใช้สีที่คล้ายเช่นเดียวกับท้องฟ้า ท้องนา แต่อาจเน้นให้สดขึ้นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

2. การใช้สีให้คล้อยไปตามโครงสร้าง คือ ออกเป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสาตรง คาน เป็นต้น ส่วนที่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝ้า เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยพยุหความรู้สึกล้นน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วยการใช้สีไล่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลงตาเป็นนูนขึ้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนักส่วนล่างเบา จะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

3. การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระดาษ โลหะต่าง ๆ ก็ไม่ควรที่จะปิดบังอำพรางความเป็นจริงหรือความเป็นตัวของมันเองเสียมากเกินไป เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสีซึ่งใช้ได้มาก ๆ โดยไม่มีผลเสีย เพราะสีของมันจะถูกเบรคอยู่ในตัว

4. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การที่สีที่ดีจะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลักของการใช้สีที่เป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็นสีที่ฉูดฉาด ควรให้มีสีอ่อนหรือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่ฉูดฉาดจะทำให้ประสาทตาของเราเหนื่อยเมื่อยล้า ไม่รู้สึกรู้ว่าได้พักผ่อนในบ้าน เมื่อเราเห็นแต่สีฉูดฉาดตรงกันข้ามกับสีของโรงแรมหรู ซึ่งเป็นที่ ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลงเพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วคราว จึงสามารถใช้สีสด ๆ ฉูดฉาดตกแต่งไว้

สีของแสง

สีของแสงมีความสำคัญมากในการมองของตา มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือหลอกลวงทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียด หรือนุ่มนวลและความรู้สึก

2.7 ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomic Design)

สำหรับสรีระศาสตร์นั้นก็หมายถึง ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นความสูง น้ำหนัก สำหรับจะใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ จะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของมนุษย์เป็นหลักสำคัญ เช่น ถ้าจะออกแบบเก้าอี้ก็ต้องรู้ว่าความสูงของเก้าอี้เท่าใด เมื่อนั่งไปแล้วเท้าจะไม่ลอยจากพื้นความลึกของเก้าอี้เท่าไรเมื่อนั่งไปแล้วจะไม่ทำให้ปวดหลัง ข้อมูลสัดส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ผู้ออกแบบจะต้องรู้เพื่อให้งานของมนุษย์และเฟอร์นิเจอร์นั้นสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นมาตรฐาน ซึ่งจัดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์จัดทำขึ้นโดยฝ่ายวิจัยการก่อสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์

แห่งประเทศไทยระหว่างอายุ ส่วนสูงและน้ำหนัก โดยส่งแบบสอบถามเกี่ยวกับตัวเลข อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก ไปยังสถานศึกษาและหน่วยงานราชการบางหน่วยงานราชการทั่วประเทศ ในพ.ศ. 2515 จำนวนทั้งสิ้น 640 แห่ง ได้รับคำตอบกลับมา 386 แห่ง (ประมาณร้อยละ 60) เป็นจำนวนทั้งสิ้น ประมาณ 100,000 ตัวอย่างและด้วยความร่วมมือของบริการคำนวณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยตัวประเทศได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้เกณฑ์มาตรฐานเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาวิจัยต่อไปเกณฑ์มาตรฐานอันนี้เรียกว่า มาตรฐานสัมพันธระหว่างอายุ ความสูงและน้ำหนักโดยแยก เพศ คือ เพศชาย เพศหญิง และชายหญิงรวมกัน มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเช่นเดียวกับความสูงยืน คือ ค่าที่วัดได้จะมีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ย การที่จะกำหนดค่าใดเป็นค่าสถิติวิกฤตขึ้นอยู่กับการนำไปใช้

สรีระในการอ่านและประสาทสัมผัส

1. การจัดระบบทำงาน (Lay Out of Work) ได้แก่การจัดเวลาขั้นตอนการทำงานเพื่อลดเวลาที่จะเสียไป และเพิ่มผลงาน
2. การผ่อนคลายความตึงเครียด (Repetition Injuries) การทำงานในระบบการผลิตจำนวนมากที่คนงานแต่ละคนจะทำงานอย่างเดียวนซ้ำ ๆ ซาก ๆ เพื่อให้เกิดความอ่อนเพลีย เมื่อยล้า ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายได้ง่าย ควรแก้ไข โดยการเปลี่ยนแปลงงาน เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ
3. การจัดความร้อน (Heat Stress) ในสถานที่ที่มีความร้อน ผู้ทำงานจะทำงานด้วยอารมณ์ที่ทำงานไม่เป็นสุข ไม่มีสมาธิ ควรแก้ไขโดยใช้วัสดุกันความร้อน
4. การให้ความสว่าง (Factory and Office Lighting) ปริมาณและความร้อนของแสงมีผลต่อการทำงานมาก งานต่างชนิดกันมีความต้องการแสงแตกต่างกันออกไป การให้แสงโดยตรงกับแสงสะท้อนนี้ก็ควรนำไปใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของงานด้วย
5. ขนาดสัดส่วน (Anthropometrics) การรู้ขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของคน ช่วยให้การออกแบบได้ผลตามความต้องการของผู้ใช้
6. สรีรศาสตร์ (Physiology) การศึกษาสรีรศาสตร์ จะทำให้ทราบถึงขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆ เพื่อให้ประกอบการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยดียิ่งขึ้น

สัดส่วนของคนไทย

ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราส่วนการทำงานของสัดส่วนของคนไทย

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ความสูงยืน ต่ำสุด (เซนติเมตร)	ความสูงยืน เฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความสูง ยืนสูงสุด (เซนติเมตร)
ความสูงยืน	148.3	160.6	172.27
ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
ความสูงระดับไหล่	122.8	132.81	143.29
ความสูงระดับมือ	64.8	70.18	73.45
ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	186.11	201.55	217.45
ความสูงนั่ง	77.56	83.99	90.62
ความสูงระดับสายตา	68.21	73.87	79.7
ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	52.49	56.85	61.33
ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	21.2	22.96	24.77
ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของขา	12.16	13.16	14.2
ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	44.93	48.66	52.5
ความสูงจากพื้นถึงเข่าอ่อนตอนล่าง	32.32	35.01	37.77
ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	33.07	35.81	38.63
ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	37.66	40.79	44.01
ความยาวของขาเหยียดตรง	92.83	100.53	108.49
ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	32.81	78.35	85.07
ความกว้างกางแขน	151.66	164.13	177.08
ความกว้างระหว่างศอก	38.66	62.07	45.37
ความกว้างของไหล่	37.51	40.51	43.83

จากข้อมูลสัดส่วนคนไทย ฝ่ายวิจัยการก่อสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

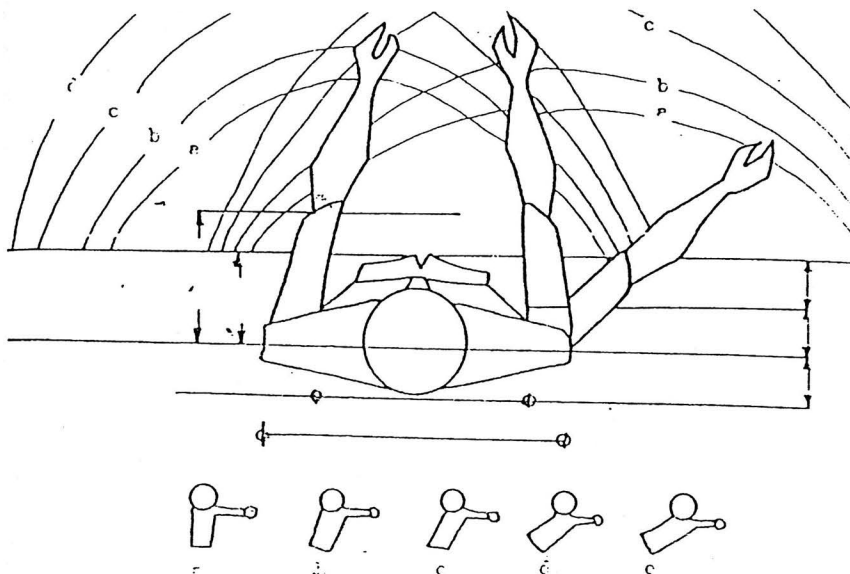
ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราส่วนการทำงานของสัดส่วนของคนไทย (ต่อ)

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด (เซนติเมตร)	เฉลี่ย (เซนติเมตร)	ยืนสูงสุด (เซนติเมตร)
ความสูง	148.30	160.60	173.27
ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

จากข้อมูลสัดส่วนคนไทย ฝ่ายวิจัยการก่อสร้างสถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.3 การแสดงค่าตัวเลขความสูงยืนชาย - หญิง ในการปฏิบัติงาน

อายุ	ความสูง (เซนติเมตร) ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
25 - 34	148.30	160.60	170.27



ภาพที่ 2.32 แสดงขนาดสัดส่วนในการออกกำลังกาย

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระยะนาบจากด้านบน

จากการศึกษามุมมองจากตามมุม สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบให้เหมาะสมต่อไป

มุมมองตัวหนังสือ 10 องศา – 20 องศา

มุมมองของสัญลักษณ์ 5 องศา – 30 องศา

มุมมองที่ดีที่สุดของสี 30 องศา – 60 องศา

มุมมองกว้างที่สุด 94 องศา – 104 องศา

มุมกวาดสายตาตามมาอีกข้างหนึ่ง

2.8 คุณภาพน้ำกับการเลี้ยงปลาสวยงาม

น้ำนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเลี้ยงปลาสวยงาม เพราะปลาต้องอาศัยอยู่ในน้ำตลอดเวลา และปลาต้องอาศัยออกซิเจนที่อยู่ในน้ำมาใช้ในการหายใจ นอกจากนี้ สภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลายังมีผลโดยตรงกับสีสันทัน และสุขภาพของปลา ถ้าสภาพของน้ำไม่เหมาะสม หรือไม่ถูกสุขลักษณะ ปลาอาจจะไม่ย่น้ำและไม่กินอาหาร รูปร่างจะผอม สีซีดจาง และป่วยเป็นโรคได้ง่าย ดังนั้น ผู้ที่คิดจะเลี้ยงปลาสวยงามจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติสภาพของน้ำ ทั้งทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงและเจริญเติบโตของปลา นอกจากนี้ผู้เลี้ยงต้องรู้จักเลือกประเภทของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขน้ำก่อนจะนำมาเลี้ยงปลาสวยงามให้ถูกต้อง

2.8.1 ประเภทของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาสวยงาม

น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาอาจได้มาจากหลายแหล่ง เช่น มาจากภูเขา ลำธาร ห้วย หนอง คลอง บึง แม่น้ำ หรือนำประปาก็ได้ น้ำเหล่านี้ สามารถนำมาใช้เลี้ยงปลาได้ แต่คุณสมบัติของน้ำแต่ละชนิดก็ยิ่งแตกต่างกัน ผู้เลี้ยงปลาควรศึกษาประเภทของน้ำที่ใช้เลี้ยงให้ดีเสียก่อน เพราะสารที่ละลายอยู่ในน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของปลาสวยงามมาก ดังนี้

(1) น้ำที่ได้จากห้วย หนอง คลอง บึง หรือบ่อ เป็นน้ำที่ไม่ค่อยปลอดภัย เพราะอาจมีจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคต่อปลา หรืออาจมีสารที่เป็นพิษแก่ปลาสวยงามก็ได้ โดยเฉพาะน้ำที่ได้จากแหล่งที่กักขังไว้นาน ๆ โดยไม่มีการไหลเวียนหรือเคลื่อนไหวแต่ประการใด ถ้าต้องการน้ำประเภทนี้ มาใช้เลี้ยงปลาสวยงามควรจะมีการตรวจและทำลายเชื้อโรคก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้ปลาที่เลี้ยงเป็นโรค

(2) น้ำฝน ตามปกติน้ำฝนถึงแม้ว่าจะถือเป็นน้ำที่สะอาดก็ตาม แต่ก็อย่าลืมว่าน้ำฝนมีสภาพเป็นกรด และกรดพวกนี้จะทำให้สีสันทันของปลาสวยงามจางลงถึงไม่ควรใช้น้ำฝนล้วน ๆ มาใช้

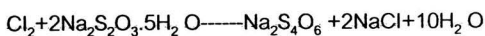
เลี้ยงปลาสวยงาม ถ้าต้องการจะใช้ควรกรองน้ำผ่านทิ้งไว้ 2 – 3 วันก่อน และให้เติมปูนขาวแก้ไขความเป็นกรดของน้ำเล็กน้อย

(3) น้ำบาดาล เป็นน้ำที่ได้มาจากใต้ดิน น้ำพวกนี้จะมีแร่ธาตุบางอย่างละลายปะปนอยู่ เช่น สนิมเหล็ก ซีโคลน และบางครั้งอาจมีเกลือปะปนมาด้วย น้ำพวกนี้บางแห่งมีรสกร่อยและมีกลิ่นของโคลนตม ถ้าต้องการนำชนิดนี้มาเลี้ยงปลาสวยงาม ควรสูบน้ำใส่ตุ่มหรือภาชนะรองรับน้ำ พร้อมกับใช้แอโรบัมพ่นอากาศลงไปให้น้ำ 4 – 5 วัน สนิมเหล็กนี้จะตกตะกอน ตามปกติ น้ำบาดาลที่สูบน้ำขึ้นมาใหม่ ๆ จะมีก๊าซออกซิเจนปะปนอยู่น้อยมาก ถ้านำมาเลี้ยงปลาทันทีอาจทำให้ปลาสวยงามตายได้

(4) น้ำประปา จัดเป็นน้ำที่มีผู้นิยมนำมาใช้เลี้ยงปลาสวยงามมากที่สุด เพราะเป็นน้ำที่หาได้ง่าย และยังจัดเป็นน้ำที่มีความสะอาดเหมาะสมที่จะนำมาใช้เลี้ยงปลาสวยงามได้อย่างดี น้ำประปาที่ใช้กันในปัจจุบัน ได้มาจากการกรองการตกตะกอนที่ใช้ปูนขาว ซึ่งก็เท่ากับเป็นการเพิ่มระดับความกระด้างและความเป็นด่างให้กับน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาสวยงาม ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเหมาะสมต่อการนำมาเลี้ยงปลาสวยงาม แต่ปัญหาการใช้น้ำประปาเลี้ยงปลาสวยงามก็คือ ปริมาณของคลอรีนที่ตกค้างอยู่ในน้ำประมาณ 0.5 – 2.0 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ซึ่งเชื่อได้ว่า น้ำประปาที่ใช้กัน แม้จะไม่มีกลิ่นของคลอรีนก็ยังมีคลอรีนตกค้างอยู่อย่างแน่นอน ดังนั้นก่อนที่จะใช้น้ำประปามาเลี้ยงปลา ผู้เลี้ยงควรทำการกำจัดคลอรีนก่อน โดยใช้วิธีการดังนี้

(ก) ร่อนน้ำประปาใส่ภาชนะ ตากแดดทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง พวกคลอรีนก็จะจางหายไป หรือระเหยออกไป

(ข) ร่อนน้ำประปาใส่ภาชนะทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง และใช้แอโรบัมช่วยปั๊มอากาศลงไปตลอดเวลา หรือจะขังน้ำไว้ในภาชนะ 2 – 3 วัน เพื่อให้คลอรีนระเหยออกไปบางส่วนก็ได้การใส่สารเคมีบางอย่างลงไป สารเคมีที่ใช้จะต้องไม่เป็นอันตรายต่อปลาสวยงาม สารเคมีดังกล่าว คือ โซเดียมไฮโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งในท้องตลาดเรียกสารนี้ว่า ไฮโปร สารพวกนี้มีลักษณะเป็นเกล็ดขาวและเป็นเหลี่ยมผลึกใส เวลาใส่ลงไปน้ำจะรู้สึกเย็นมือ หลังจากใส่เกล็ดไฮโปรลงไป น้ำประปาจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังนี้



สารไฮโปร หรือโซเดียมไฮโอซัลเฟต สามารถหาซื้อได้ตามร้านถ่ายรูปหรือร้านขายปลาทั่วๆ ไป การใส่ให้ใสในอัตรา 1 เกล็ดต่อน้ำ 5 ลิตร ถ้าน้ำขนาดของตู้ปลา 18 นิ้ว ให้ใส่ 6 เม็ด หรือตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว ให้ใส่ 10 เม็ด

(5) น้ำกลั่น น้ำโพลาริส ตามปกติ น้ำประเภทนี้ไม่ควรนำมาใช้ในการเลี้ยงปลาสวยงาม ถึงแม้ว่าจะเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคก็ตาม เพราะน้ำดังกล่าวขาด

ออกซิเจน และค่าของความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเลี้ยงปลาสวยงาม

2.8.2 คุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลา

คุณสมบัติของน้ำ (water quality) หมายความว่ารวมถึง คุณสมบัติของน้ำทั้งในด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ของน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของปลาสวยงาม คุณสมบัติของน้ำดังกล่าว มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ถ้าคุณสมบัติของน้ำด้านใดด้านหนึ่งไม่เหมาะสม ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหลายด้าน เช่น ทำให้ปลาอ่อนแอป่วยเป็นโรคได้ง่ายและยังมีผลต่อการขยายพันธุ์ของปลาด้วย ดังนั้น ผู้เลี้ยงปลาควรศึกษาคุณสมบัติของน้ำดังกล่าว พร้อมกับปรับสภาพของน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาดังนี้

(1) คุณสมบัติของน้ำทางกายภาพ(Physical condition)

คุณสมบัติทางกายภาพ นับว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาสวยงามอย่างมาก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้อุปกรณ์ในการเลี้ยงปลาหลาย ๆ อย่างเข้ามาช่วยในการปรับสภาพน้ำทางกายภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา ดังนี้

1 อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตอยู่ของปลามาก ทั้งนี้ เพราะปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นอุณหภูมิของปลาจึงเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของน้ำตามปกติ ปลาในเขตร้อน (tropical zone) มักจะชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25 – 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์ต่อขบวนการต่าง ๆ ทั้งสารด้านสารเคมี และชีววิทยา ภายในร่างกายของปลา ถ้าอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นปลามีความต้องการปริมาณออกซิเจนในการหายใจเพิ่มขึ้น และยังเกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร การเผาผลาญอาหารภายในร่างกายของปลา จึงทำให้ปลาเจริญเติบโตดีขึ้น นอกจากนี้สภาพของน้ำที่มีอุณหภูมิสูงยังทำให้ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในน้ำได้เร็วขึ้น ตามปกติแล้วปลาไม่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงฉับพลัน มากกว่า 5 องศาเซลเซียส อาจมีผลทำให้ปลาช็อคได้ ดังนั้น ก่อนที่จะปล่อยปลาที่บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกลงในตู้ปลา ควรแช่ถุงพลาสติกลงในตู้ปลาและทิ้งไว้ประมาณ 15 นาทีเพื่อให้ปลาปรับอุณหภูมิให้เข้ากับน้ำในตู้ที่จะปล่อยปลา เพราะถ้ารีบปล่อยปลาทันทีทันใด และอุณหภูมิแตกต่างกันมาก ๆ อาจทำให้ปลาช็อคได้ หรือมีฉะนั้นปลาจะอ่อนแอและอาจเปลี่ยนเป็นโรคได้ง่าย

2 ความขุ่นและสี (Turbidity and Color) ความขุ่นของน้ำแสดงให้เห็นถึงสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำว่ามีมากน้อยเพียงใดและความขุ่นของน้ำยังเกี่ยวข้องกับการที่แสงจะส่องลงไปใต้น้ำ (Transparency) ความขุ่นของน้ำที่เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ตะกอนดิน แพลงค์ตอน ฟีท และแพลงค์ตอนสัตว์ความขุ่นของน้ำ เนื่องจากแพลงค์ตอนนับว่ามีผลดีต่อปลาที่เลี้ยงมากกว่าความ

ทุนที่เกิดจากตะกอนดิน ความชุ่มของตะกอนดินมักจะไม่ค่อยเป็นอันตรายต่อปลา แต่จะเป็นอันตรายต่อไข่ปลาและอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ตามพื้นก้นบ่อ หรือภาชนะที่ใช้เลี้ยงปลา

3 การเคลื่อนไหวของน้ำ (movement) การเคลื่อนไหวและการหมุนเวียนของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาอย่างมากปลาบางชนิดชอบเจริญเติบโตในน้ำไหล บางชนิดชอบเจริญเติบโตในน้ำนิ่ง การเคลื่อนไหวและการหมุนเวียนของน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างมาก ทำให้น้ำที่ใช้เลี้ยงปลาไม่เสียและยังเป็นการเพิ่มปริมาณของแก๊สออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้น ดังนั้นในการเลี้ยงปลาสวยงามในตู้กระจกจึงจำเป็นต้องมีการถ่ายน้ำทุกๆ สัปดาห์

2.8.3 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ นับว่ามีผลต่อการเจริญเติบโต การเพาะพันธุ์ ฯลฯ ของปลาสวยงามอย่างมาก ผู้เลี้ยงปลาสวยงามควรทำการศึกษาปลาสวยงามแต่ละชนิดว่าสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพของน้ำแบบใด และต้องพยายามปรับสภาพของน้ำให้เหมาะสมกับปลาสวยงามชนิดนั้น ๆ

1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ตามปกติสิ่งที่มีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำ ก็ใช้ก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำในการดำรงชีพ จึงถือได้ว่า ออกซิเจนมีความสำคัญมากที่สุดในการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม ผู้ที่ทำการศึกษาปลาสวยงาม ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงของก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำ แก๊สออกซิเจนเหล่านี้ได้มาจากอากาศ ถ้าอุณหภูมิต่ำแก๊สออกซิเจนจะละลายน้ำได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงของแก๊สออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละวันพบว่า ก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมีน้อยที่สุดในตอนเช้ามืดก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น และแก๊สออกซิเจนจะมีมากที่สุดในช่วงตอนบ่ายและจะค่อย ๆ ลดลงในตอนกลางคืน ส่วนระดับของแก๊สออกซิเจนจะมากน้อยแค่ไหน ขึ้นกับปริมาณของแสงที่ตกในบ่อ หรือในตู้ปลา บ่อที่มีแหล่งผลิตออกซิเจนหนาแน่น ปริมาณของแก๊สออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำสุดจะลดลงเหลือประมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉพาะในวันที่มีอากาศมืดครึ้ม หรือมีเมฆมากในช่วงตอนบ่าย ปริมาณของแก๊สออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก จึงทำให้เช้าวันรุ่งขึ้น แก๊สออกซิเจนจึงมีไม่เพียงพอ ถ้าอากาศมืดครึ้มติดต่อกันหลายวันจะทำให้ น้ำที่ใช้เลี้ยงปลาขาดแก๊สออกซิเจนอย่างรุนแรง น้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาควรมีแก๊สออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่การเลี้ยงปลาสวยงามทั่ว ๆ ไป ผู้เลี้ยงนิยมใช้แอร์ปั๊มเพิ่มแก๊สออกซิเจนให้แก่ น้ำในตู้ปลาตลอดเวลา จึงไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับการขาดแก๊สออกซิเจน

2 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ เป็นการวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออน (Hydrogen Ion) ซึ่งตามปกติแล้วสภาพของน้ำตามธรรมชาติ จะมีสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ อยู่ระหว่าง 5 - 9 แต่สภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาควรอยู่ระหว่าง 6.5-9 สภาพความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำขึ้นกับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

โดยทั่วไปในน้ำที่มี pH ต่ำกว่า 5 ไม่เหมาะสำหรับเลี้ยงปลา เพราะจะมีผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ การกินอาหาร และการเจริญเติบโตในน้ำที่เป็นกรดปลาจะมีความต้านทานต่อสารพิษต่ำ พิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ทองแดงและโลหะหนักจะรุนแรงยิ่งขึ้นเมื่อ pH ของน้ำลดต่ำลง ปลาจะอ่อนแอและมีสารพิษเบียดเบียน เกิดโรคได้ง่ายในน้ำที่เป็นกรด น้ำที่เป็นกรดมี pH 4.5 – 6.5 สามารถปรับปรุงให้มี pH8 ได้โดยการใส่ปูนขาว แต่ถ้า 4 คอนข้างจะยากที่จะแก้ไขปรับปรุง

แอลคาลินิตี (Alkalinity)

แอลคาลินิตี ของน้ำเกิดจาก แคตไอออน (cation) ของ Ca, Mg, Na, K, NH_4 และ Fe รวมกันอยู่ในรูปของ คาร์บอเนต (carbonates) และ/หรือ ไบคาร์บอเนต (bicarbonates) หรือในบางโอกาสจะอยู่ในรูปของ ไฮดรอกไซด์ (Hydroxides) คำว่า แอลคาลินิตี มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น alkalinity terrible base, methyl orange alkalinity, alkalinity reserve หรือ acid binding capacity ในปัจจุบันนิยมใช้คำว่า total alkalinity ค่าเดียวและ titration end points ตรงกับค่าของ pH

Total alkalinity ใช้สำหรับวัดอัตราการผลิต ในน้ำที่ให้ผลผลิตสูงควรมี alkalinity สูงกว่า 100 ppm. ในแหล่งที่มีปริมาณฝนหนักและมีพืชใต้น้ำเกิดอยู่หนาแน่น ค่าของ total alkalinity ค่อนข้างต่ำ

แอมโมเนีย (Ammonia)

การเกิดแอมโมเนียและไนไตรท์ ในระบบน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาและสัตว์น้ำ การเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำจำนวนมากในพื้นที่จำกัด เช่น ในตู้ปลาหรือบ่อปลา และการให้อาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูง(เมื่อเทียบกับอาหารสดพวกลูกน้ำ ลูกไร) เหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดแอมโมเนียและไนไตรท์ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิของวัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle) จะเห็นได้ว่าของเสียต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปองค์ประกอบไนโตรเจนจะถูกแปรสภาพเป็นแอมโมเนียรวมกับแอมโมเนียที่ถูกขับออกมาจากเหงือกของปลาโดยตรงจะละลายลงมาอยู่ในน้ำตลอดเวลา หลังจากนั้นแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะถูกแปรสภาพเป็นไนไตรท์และในที่สุดจะเปลี่ยนเป็นไนเตรทโดยแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ในขณะที่คุณภาพน้ำได้สมดุลจะตรวจไม่พบสารพิษทั้ง 2 ตัวนี้ แต่ถ้าเกิดมีปัจจัยบางอย่างมาทำให้เสียสมดุลแล้ว เราจะสามารถตรวจพบแอมโมเนีย หรือไนไตรท์หรือทั้ง 2 อย่างได้ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบคือ

1. ประชากรปลาและสัตว์น้ำหนาแน่นเกินไป
2. มีเศษอาหารตกค้างอยู่
3. ออกซิเจนในน้ำมีน้อย (น้อยกว่า 4 พีพีเอ็ม)

ฟริคาร์บอนไดออกไซด์ (Free Carbon Dioxide)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนใหญ่เกิดมาจากการเน่าสลายของอินทรีย์สารบางส่วนได้จากบรรยากาศและจากการหายใจของพืชและสัตว์ในน้ำ พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงและปล่อยออกซิเจนในเวลากลางวัน การสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นในเวลากลางคืน

ไนโตรเจน (Nitrogen)

เป็นธาตุหนึ่งทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ในบ่อ ไนโตรเจนส่วนหนึ่งลงไปดินและในน้ำได้มาจากน้ำฝน บัคเตรียในดินสามารถจับไนโตรเจนจากบรรยากาศทำให้มีไนโตรเจนสำหรับพืชน้ำได้ นอกจากนั้นสาหร่ายสีน้ำเงินเขียว (Blue green algae) ที่อยู่ตามโคลนพื้นก้นบ่อบางชนิดก็สามารถที่จะจับไนโตรเจนได้เช่นกัน ไนโตรเจนที่ได้มาจากวงจรการเน่าเปื่อยสลายจากพืชและสัตว์ซึ่งแอนาโรบิคและแอโรบิคแบคทีเรีย (anaerobic and aerobic bacteria) ทำการสลายจากพืชและสัตว์สารประกอบไนโตรเจนที่แตกตัวออกมาครั้งแรก โดยการกระทำของแอนาโรบิคแบคทีเรียคือแอมโมเนียและสารประกอบกำมะถันซึ่งจะเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และสารประกอบอื่น ๆ ถ้าออกซิเจนมีน้อย ขั้นตอนในการเปลี่ยนแปลงก็จะเป็นไปอย่างเชื่องช้ากินเวลานาน แต่ถ้ามีออกซิเจนอย่างพอเพียงแอโรบิคแบคทีเรียก็จะดำเนินการเพิ่มออกซิเจนเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และไนเตรต ไนเตรตเป็นผลผลิตขั้นสุดท้ายของวงจรดังกล่าว และเป็นแหล่งใหญ่ของไนโตรเจนสำหรับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในเตรทอาจแตกตัวออกได้ด้วยการ กระทำของชีวอินทรีย์ขนาดเล็กให้เป็นไนไตรท์แล้วเป็นออกไซด์ของไนโตรเจนและเป็นฟรินโตรเจนในขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification)

วงจรของการเน่าเปื่อยนี้ค่อนข้างมีความสำคัญต่อการรักษาดุลชีวิตในบ่อปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่มีอยู่อย่างเพียงพอโดยเฉพาะไนเตรตเป็นสิ่งจำเป็นต่อการผลิตในบ่อ ปริมาณไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการธรรมชาติอาจจะไม่พอเพียงสำหรับผลิตปลาให้ได้ผลผลิตสูงเสมอไป ผลผลิตแพลงต่อนจะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อในน้ำมีไนโตรเจน 4 ส่วนในน้ำล้านส่วน กับฟอสฟอรัส 1 ส่วนในน้ำล้านส่วน และโพแทสเซียม 1 ส่วนในล้านส่วน การจับไนโตรเจนโดยแบคทีเรียจะเกิดขึ้นเมื่อพื้นบ่อมีสารคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) อุดมสมบูรณ์ ซึ่งจำเป็นสำหรับเป็นพลังงานของแอนาโรบิคแบคทีเรียและส่วนของโปรโตพลาสซึม (protoplasm) ของแบคทีเรีย

ปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำ เป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นมลพิษในน้ำที่ไม่เกิดมลพิษจะมีแอมโมเนียไนโตรเจนเข้มข้นไม่เกิน 0.5 ส่วนในล้านส่วนน้ำที่มีแอมโมเนียละลายอยู่น้อยกว่า 2 ส่วนในน้ำล้านส่วน ปลาจะเจริญเติบโตและมีสุขภาพดี ความเป็นพิษของสารประกอบแอมโมเนียสูงสุดเมื่อ pH อยู่ระหว่าง 7.4 – 8.5 ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนสูงถึง 4 ส่วนในน้ำล้านส่วนที่ pH 7.3 – 7.5 ไม่ทำให้ปลาตีลาเบีย ปลาไน ปลาช่อน ปลาลิ้น ปลาเฉา เจ็บปลาแต่อย่างใด

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulphide)

ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นปัจจัยจำกัดที่รุนแรงอย่างหนึ่งในบ่อปลาซึ่งเกิดมาจากแอนาโรบิค บัคเตเรีย บางครั้งจะสะสมอยู่ในบ่อ เกิดเป็นชั้นของอินทรีย์สารอยู่ตามก้นบ่อเนื่องจากมีอินทรีย์สารสูง จึงเกิดซัลไฟด์ขึ้นแทนที่จะเป็นซัลเฟต เมื่อต่างซัลไฟด์ไปรวมกับอินทรีย์สารที่เปื่อยและเป็นกรดก็จะเกิด ไฮโดรซัลไฟด์ขึ้นในบ่อทำให้ปลาตายอย่างรุนแรง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ 6 ส่วนในน้ำล้าน ส่วน จะทำให้ปลาในตายภายใน 2-3 ชั่วโมง การให้อากาศโดยวิธีกลจะช่วยให้อไฮโดรเจนซัลไฟด์หมดไปจากบ่อ

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัสไม่ได้มาจากบรรยากาศเหมือนไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์แต่จะมีอยู่ใน ปริมาณเล็กน้อยในน้ำตามธรรมชาติ ฟอสเฟตรวมทั้งซิลิกา มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับวงจรชีวิตของ แพลงค์ตอนพืช ในโตรเจนซึ่งได้จากบัคเตเรียที่จับไนโตรเจนและฟอสเฟตที่สลายตัวมาจากชีวอินทรีย์ที่ ตาย ทำให้พืชและสัตว์เติบโต ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 1 ส่วนในน้ำล้านส่วน พอเหมาะต่อการ เจริญเติบโตของแพลงค์ตอน

โพแทสเซียม (Potassium)

โพแทสเซียมเป็นส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งถึงความอุดมสมบูรณ์ของบ่อ ตามธรรมชาติพื้นก้นบ่อจะเป็นแหล่งสะสมโพแทสเซียม ในดินทรายจะมีโพแทสเซียมอยู่น้อยมากเมื่อ เทียบกับดินเหนียว ซึ่งมีอยู่อย่างมากรวมทั้งพืชจะดูดซับเอากไปใช้ และมีประสิทธิภาพในการเร่งการ เจริญเติบโตของพืชน้ำ โพแทสเซียมที่เก็บไว้ในเนื้อเยื่อของพืชถูกปลดปล่อยลงไปในน้ำได้โดยตรง หรือ จากก้นบ่อเมื่อพืชนั้นตายและเน่าเปื่อยอยู่ตามก้นบ่อ ความเข้มข้นของโพแทสเซียม 1 ส่วนในน้ำล้าน ส่วนรวมกันฟอสฟอรัสเข้มข้น 1 ส่วนในน้ำล้านส่วน และไนโตรเจนเข้มข้น 4 ส่วนในน้ำล้านส่วน เป็น อัตราที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตแพลงค์ตอน จากข้อสังเกตพบว่า โพแทสเซียมสามารถรับการ เจริญเติบโตของปลาในที่มีอายุน้อยได้รวดเร็วกว่าปลาในที่มีอายุมาก

สรุป น้ำที่ใช้เลี้ยงปลาได้มาจากหลายแหล่ง ได้แก่

1. น้ำจากธรรมชาติ ได้แก่
 - 1.1 น้ำจาก ห้วย หนอง คลอง บึง เป็นต้น
 - 1.2 น้ำฝน
 - 1.3 น้ำบาดาล
2. น้ำสังเคราะห์ ได้แก่
 - 2.1 น้ำประปา
 - 2.2 น้ำกลั่น

น้ำที่ใช้เลี้ยงปลาได้ปลอดภัยที่สุดคือน้ำประปา, น้ำฝน, น้ำบาดาล, น้ำคลอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังต้องนำน้ำไปผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนที่จะนำน้ำมาใช้เลี้ยงปลาตามวิธีการในข้อมูลข้างต้น

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนากร ฤทธิ์ไธสงและวีระา ปาละ (2546 : 113) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำปฏิกูลด้วยระบบกรองแบบชีวภาพประกอบด้วยบ่อกรองขนาด 80x1 เมตร โดยใช้บ่อปลารูทรวงอิสระ ขนาด 3x4 เมตร โดยในบ่อกรองประกอบด้วยปะการัง ใบแก้ว ถ่าน กรวด พบว่าสามารถลดค่า pH ของน้ำ ได้อยู่ในระดับ 7.5 จากสภาพปกติ 8.00

ดำรง โพธิ์ทอง และวรวิษ เขียนประสิทธิ์ (2540 : 45) ได้ศึกษาการทดสอบการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนโดยนำน้ำเสียไปทดสอบค่า B.O.D, pH และระบบพบว่า B.O.D ที่ได้จากการทดลองได้ค่า 26.7 มก/อ. อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ pH ได้ค่าเฉลี่ย 7.10 ss ได้ค่า 3.37 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

กฤษณา แก้วพิกุล และสุภาวดี บุญแก้ว (2546 : 53) ได้ศึกษาวิเคราะห์คุณภาพของน้ำจากสระน้ำบริเวณวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ พบว่าคุณภาพเดิมมีค่า pH 6 – 8 ปริมาณของแข็ง 200/600 mg/l ปริมาณความกระด้าง 700 mg/l – 100 mg/l ปริมาณคลอไรด์เท่ากับ 200 – 300 mg/l ปริมาณออกซิเจนบีโอดีและซีโอดีจะมีค่าลดลง คุณภาพของน้ำอยู่ในมาตรฐาน

สุรัชย์ จันทภาศและอดิศร สำราญชื่น (2538 : 79) พบว่า การใช้เครื่องประลองการบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารเคมีช่วยบำบัดน้ำเสียจากปริมาณ 40 ครั้งต่อลิตร สามารถลดความขุ่น ลดปริมาณสีและความใสของน้ำที่ผ่านระบบบำบัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีซึ่งสามารถปล่อยน้ำลงสู่สาธารณะแม่น้ำโดยมีคุณภาพน้ำตามมาตรฐานน้ำเสียของกระทรวงอุตสาหกรรม

ฝ่ายวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข (2531 : 149) ได้ทำการสำรวจวิเคราะห์องค์ประกอบสารช่วยย่อยและคุณสมบัติ ได้ข้อมูลว่า สารช่วยย่อยมีแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง คือแป้งและน้ำตาลถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์และกลูโคส เนื้อปละโปรตีนถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนไขมันถูกเปลี่ยนกลีเซอรอล โดยตัวแบคทีเรียเองจะใช้โมเลกุลขนาดเล็กนี้เป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงาน แต่ไม่เหมาะสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียทั่ว ๆ ไปที่ใช้ใช้ออกซิเจนอิสระ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามนั้น ผู้ดำเนินการวิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. การออกแบบ
8. การพัฒนาเครื่องกรอง
9. การประเมิน และการทดสอบ
10. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามในเขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

- ผู้ผลิต จำนวน 5 คน
- ผู้จำหน่าย จำนวน 5 คน
- ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ จำนวน 30 คน

โดยผู้ศึกษาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนั้นวิธีการสุ่มตัวอย่าง (sample random sampling) จากการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของ krezie and morgan (1970 : 608 – 609) จำนวน 40 คน

ขอบเขตของการทดสอบ

- ขนาดบ่อเลี้ยงปลาที่เหมาะสมกับเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามอยู่ที่ขนาดบ่อประมาณ 3x4 เมตร

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โครงการการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับป่อเลี้ยงปลาสวยงามเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยคือ

3.2.1 แบบสัมภาษณ์โดยเลือกประชากรคือ

- ผู้ผลิต
- ผู้จำหน่าย
- ผู้ใช้

3.2.2 แบบประเมินหาการพัฒนาเครื่อง

1. ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบาย
2. ด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา
3. ด้านรูปแบบความงาม และโครงสร้าง

ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ คือ วิศวกรด้านวิศวกรรม และทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีคุณวุฒิปริญญาโท และประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 15 ปี

1. อาจารย์วิโรจน์ เพชรพันธ์ศรี หัวหน้าสาขาวิชาไฟฟ้า คณะวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชู โฆษิตชาติ อาจารย์ประจำคณะวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรพภา ภาคสมัยไชย อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือการวิจัยได้พิจารณาเลือก

3.3.1 แบบสัมภาษณ์ มีเนื้อหาและวางแผนดำเนินการสัมภาษณ์ดังนี้

- กำหนดวัตถุประสงค์ การสัมภาษณ์
- กำหนดผู้ที่ได้รับการสัมภาษณ์ ได้แก่ ผู้ผลิต, ผู้จำหน่ายและผู้ใช้
- กำหนดวัน เวลาและสถานที่
- กำหนดแบบสัมภาษณ์ให้ประเภทไม่จำกัดคำตอบ
- กำหนดเนื้อหาตามกรอบแนวคิดของธีรชัย สุขสด ได้แก่ รูปแบบและโครงสร้าง

หน้าที่ใช้สอยและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์

3.3.2 แบบประเมินคุณภาพ 3 ด้าน ได้แก่

ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านรูปแบบและโครงสร้าง และด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา

มีเนื้อหาผู้เกี่ยวข้องแสดงความคิดเห็น เจตคติและข้อเสนอแนะต่อเครื่องกรองน้ำสำหรับเลี้ยงปลาสวยงาม

3.4 การตรวจคุณภาพเครื่องมือ

การหาคุณภาพเครื่องมือของแบบสอบถาม และแบบประเมินคุณภาพก่อนการนำไปใช้ด้วยการหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ ดังนี้

3.4.1 การหาความเที่ยงตรง (validity) ของแบบสอบถามฉบับนี้ โดยการนำแบบสอบถามมาตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นนักวิชาการจากสถาบันการศึกษา 3 ท่าน ดังนี้

1. อาจารย์วิโรจน์ เพชรพันธุ์ศรี หัวหน้าสาขาวิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชู โฆษิตชาติ อาจารย์ประจำคณะวิชาครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรชฎา ภาคสัณไชย อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3.4.2 นำแบบสอบถามหลังจากการที่มีการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยต่อไป

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลโดยแบ่งประเภทได้ดังนี้

3.5.1 การสัมภาษณ์ ผู้เกี่ยวข้องกับการโครงการออกแบบพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับเลี้ยงปลาสวยงาม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

3.5.2 ศึกษาเรื่องการออกแบบเครื่องกรองน้ำ ประกอบด้วย หน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบาย แบบโครงสร้าง และความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าและวิเคราะห์ในการกำหนดเนื้อหาให้เหมาะสมกับโครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับเลี้ยงปลาสวยงาม สามารถแบ่งได้เป็นหัวข้อ ดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงตรรกะวิทยา

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินหาประสิทธิภาพด้วยค่าร้อยละค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและ χ^2 TEST (CHI – SQUARE)

3.7 การออกแบบ

ออกแบบโดยคำนึงถึงด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านรูปแบบและโครงสร้าง และด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา

3.8 การพัฒนาเครื่องกรอง

จากการดำเนินงานโดยใช้ขบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาที่ถูกระบุโดยผู้ประสบปัญหาจากการใช้ระบบการกรองประเภทต่าง ๆ มาสรุปทำให้ได้ขอบเขตในการออกแบบและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม โดยการกำหนดแบบสอบถามและประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญดังนี้คือ

ด้านผู้ใช้ , ผู้ผลิต, ผู้จัดการ กำหนดแบบสอบถาม สัมภาษณ์โดยผู้ประสบปัญหาจะใช้ระบบการกรองประเภทต่าง ๆ เพื่อดำเนินการออกแบบพัฒนา รูปแบบและประเมินผล

ด้านรูปแบบของเครื่องกรองน้ำที่สามารถกรองน้ำ กำจัดสิ่งปนเปื้อน ตะกอนแขวนลอยง่ายและสะดวกในการใช้กระบวนการทำงานและโครงสร้างไม่มีข้อยุ่งยาก เหมาะสมกับการใช้งาน รูปทรงและสีสันสวยงาม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบด้านหน้าที่ใช้สอยและด้านความปลอดภัย

3.9 การประเมินและทดสอบ

3.9.1 การประเมินคุณภาพ กำหนดแบบประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ด้านจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านซึ่งเป็นผู้มีความชำนาญด้านต่างๆ

3.9.2 การทดสอบคุณภาพของน้ำ
โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบ ดังนี้

การเกิดแอมโมเนียและไนไตรท์ ในระบบน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาและสัตว์น้ำ การเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำจำนวนมากในพื้นที่จำกัด เช่น ในตู้ปลาหรือบ่อปลา และการให้อาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูง เหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดแอมโมเนียและไนไตรท์ ของเสียต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปองค์ประกอบไนโตรเจนจะถูกแปรสภาพเป็นแอมโมเนียรวมกับแอมโมเนียที่ถูกขับออกมาจากเหงือกของปลาโดยตรงจะละลายลงมาอยู่ในน้ำตลอดเวลา หลังจากนั้นแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะถูกแปรสภาพเป็นไนไตรท์และในที่สุดจะเปลี่ยนเป็นไนเตรทโดยแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ เราจะสามารถตรวจพบแอมโมเนีย หรือไนไตรท์หรือทั้ง 2 อย่างได้ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อประชากรปลาและสัตว์น้ำหนาแน่นเกินไป มีเศษอาหารตกค้างอยู่ และออกซิเจนในน้ำมีน้อย

1. การกรองน้ำให้ใสสะอาด ปราศจากตะกอนแขวนลอยโดยมีค่าไนไตรท์ คือค่าวัดการเกิดแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ระดับปกติอยู่ที่ 0.3 ppm(0.3 ส่วนต่อล้านส่วน)

หรือไม่เกิน 0.5 ppm ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้ชุดน้ำยาทดสอบในไตรท์ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการตรวจมาตรฐานของสภาพน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์ตรวจสภาพน้ำจากบริษัท TetraWerke gmbh จากประเทศเยอรมัน โดยมีวิธีการทดสอบ คือ

1. ให้นำหลอดทดสอบตักตัวอย่างน้ำ 5 มิลลิลิตร
2. หยดน้ำยาหมายเลข 1 จำนวน 5 หยด
3. ใช้ช้อนที่ให้มากับชุดทดสอบตักผงทดสอบหมายเลข 2 จำนวน 1 ช้อน เติมน้ำในหลอดทดสอบ

ปิดฝา และแกว่งเบาๆ แล้วรอ 1 นาที

4. เปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นกับตารางสีที่ให้มา

ผลสรุปคือ ถ้าไม่พบแอมโมเนียในน้ำสีจะไม่เปลี่ยนแปลง และถ้าพบสีจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวมากขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณแอมโมเนีย

2. มีค่า pH ของน้ำอยู่ที่ระดับ 6.5 – 8 ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้ชุดทดสอบ water test kit ในการตรวจสอบมาตรฐานของสภาพน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์จากบริษัท TetraWerke gmbh จากประเทศเยอรมันเช่นเดียวกัน

3.10 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.10.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window โดยใช้สถิติวิเคราะห์ดังนี้

3.10.2 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ทำวิจัยสถิติในการดำเนินการวิจัยในรูปแบบการจัดลำดับของคุณภาพคะแนน (Rating Scale) โดยใช้สูตรของค่าระดับความคิดเห็น ดังนี้

เกณฑ์เฉลี่ย ระหว่าง	4.5 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
เกณฑ์เฉลี่ย ระหว่าง	3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
เกณฑ์เฉลี่ย ระหว่าง	2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
เกณฑ์เฉลี่ย ระหว่าง	1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
เกณฑ์เฉลี่ย ระหว่าง	1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

- ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
- สถิติทดสอบสมมติฐานแบบนามบัญญัติใช้ Chi - Square

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับป้อนเลี้ยงปลาสวยงาม วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำที่เหมาะสมกับการใช้เครื่องกรองระบบต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ และนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบสัมภาษณ์

4.1.1 สรุปวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 สรุปวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากแบบสัมภาษณ์

4.2 ผลสรุปการวิเคราะห์จากการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2.1 คุณภาพด้านหน้าที่ใช้สอย

4.2.2 คุณภาพด้านรูปทรง ความสวยงาม ความแข็งแรง

4.2.3 คุณภาพด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา

4.3 ผลสรุปการทดสอบคุณภาพ

4.3.1 ทดสอบสารปนเปื้อนและตะกอนแขวนลอยโดยใช้ชุดน้ำยาเทสทีโนไทรท์จากบริษัท Tetrawerke จากประเทศเยอรมัน ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป

4.3.2 ทดสอบคุณภาพของน้ำที่ค่า pH (ค่าความเป็นกรดด่าง) โดยใช้ชุดทดสอบ Water Test Kit จากบริษัท Tetrawerke จากประเทศเยอรมันซึ่งเป็นชุดทดสอบที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป

เครื่องมือทดสอบ 30 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง

4.1 ผลสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบสัมภาษณ์

สภาพปัญหาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยศึกษาสภาพปัญหาการใช้ระบบกรองประเภทต่าง ๆ สภาพและคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาสวยงาม ขั้นตอนการรักษาทำความสะอาดบ่อกรองตลอดจนวัสดุและกรรมวิธีการผลิตดังนี้

4.1.1 สรุปวิเคราะห์ด้านเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1.1.1 คุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา

ควรมีคุณสมบัติของน้ำทั้งในด้านเคมี ฟิสิกส์และชีววิทยาของน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของปลา ความเป็นกรด – ด่างของน้ำ (pH.) ซึ่งตามปกติแล้วสภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาควรอยู่ระหว่าง 6.5 – 8

4.1.1.2 สารปนเปื้อนและตะกอนแขวนลอย

ควรมีการเคลื่อนไหวของน้ำ การเคลื่อนไหวและการหมุนเวียนของน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและสามารถทำให้สารแขวนลอยแตกกระจายและเข้าสู่กระบวนการกรองได้รวดเร็วขึ้น

ช่วยทำให้บ่อปลาสะอาด โดยควรมีค่าค่าไนโตรท์ คือค่าวัดการเกิดแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ระดับปกติอยู่ที่ 0.3 ppm (0.3 ส่วนต่อล้านส่วน)

4.1.1.3 บ่อเลี้ยงปลาและบ่อกรอง

ควรเป็นบ่อสำเร็จรูป (หลอมด้วยปูนซีเมนต์เสริมเหล็ก) หรือบ่อแบบก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นรูปแบบเรขาคณิต เช่น ทรงสี่เหลี่ยมหรือจะเป็นรูปทรงแบบพรีฟอร์ม ขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องกรองคือ ประมาณ 3x4 เมตร โดยมีเครื่องกรองตั้งอยู่กลางบ่อวางทิศทางน้ำอยู่ด้านใดด้านหนึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของน้ำ

4.1.1.4 เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

ควรมีขนาดที่เหมาะสมกับบ่อเลี้ยงปลา ถ้าบ่อปลาขนาด 3x4 เมตร เครื่องกรองควรมีขนาด 20x70-80 ซม. โดยเป็นเครื่องกรองระบบกายภาพ (Mechanical filter) คือการดักจับตะกอน แขนวลอยและซีปลานันต้องมีลักษณะเป็นรูพรุน น้ำไหลผ่านได้วัสดุที่ใช้สำหรับการกรองแบบกายภาพ ได้แก่ใยแก้ว ปะการัง กรวด เป็นต้น ระบบปั้มน้ำหรือเครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวเพื่อให้ของเหลวผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามต้องการ โดยใช้ปั้มน้ำขนาดประมาณ 30 วัตต์

4.1.1.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

การเลือกใช้วัสดุโครงสร้างของเครื่องกรองน้ำใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นไม่เกิดสนิมกัดกร่อน ซึ่งอาจใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก เช่นโพลีคาร์บอเนต เป็นสารพลาสติกทางวิศวกรรมมีคุณสมบัติสูง ทนความร้อน ทนต่อแรงกระแทกเป็นฉนวนไฟฟ้า ทนกรดด่างได้ดี

4.1.2 ผลสรุปวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์

ผลสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้ ผู้ผลิต และผู้จำหน่ายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตจตุจักร กรุงเทพฯ สิ่งที่ถูกถามต้องการให้มีการปรับปรุงพัฒนางานออกแบบเครื่องกรองน้ำได้แก่

4.1.2.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

- ระบบการกรองที่มีอยู่เป็นลักษณะดังกรองซึ่งต้องอยู่บนบ่อต้องตั้งปั้มไว้ในบ่อแล้วดูดใส่ถังกรอง
- ระบบการกรองการล้างทำความสะอาด ยุ่งยากมากและต้องล้างทำความสะอาดบ่อยมาก
- การทำระบบกรองยุ่งยากมาก เพราะต้องเดินท่อเพื่อต่อระบบต่าง ๆ
- ระดับน้ำไม่คงที่ ทำให้ปั้มน้ำเสียบ่อย
- ระบบการกรองแบบดึงชีวภาพเสียงค่อนข้างดัง
- สถานที่บางแห่งไม่มีที่จะสร้างบ่อกรอง

สรุปวิเคราะห์ด้านหน้าที่ใช้สอย

เครื่องกรองน้ำควรมีขนาดที่เหมาะสมกับสภาพบ่อปลา ขนาดควรกว้าง ยาว ประมาณ 20x80 ซม. ที่เหมาะกับบ่อปลากว้างประมาณ 3x4 เมตร ความสูงของเครื่องประมาณ 20 ซม. เป็นระดับความเหมาะสมกับสภาพบ่อ และเป็นเครื่องกรองน้ำที่มีลักษณะรวมวัสดุกรองกับเครื่องปั้มน้ำอยู่ในเครื่องเดียวเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง ตำแหน่งที่เหมาะสมคือ จุดที่ต่ำสุดของบ่อหรือและอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของบ่อเลี้ยงปลา เป็นลักษณะตั้งพื้นระหว่างเครื่องทำงานให้มีการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด โดยยางเป็นตัวยึดกับพื้นบ่อ

ด้านรูปแบบและโครงสร้าง

- โครงสร้างของรูปทรงต้องให้เหมาะสมกับสภาพบ่อ
- มุมมองไม่สวยงามเพราะต้องตั้งดังอยู่สูงกว่าบ่อควหาที่ตั้งให้เหมาะสม
- ขนาดของรูปทรง ควรให้เหมาะสมกลมกลืน
- ระบบการกรองที่ให้อยู่รูปทรงไม่สวยงามและเห็นเครื่องกรองชัดเจน
- เครื่องกรองเติมน้ำหนักมาก

สรุปวิเคราะห์ด้านรูปแบบและโครงสร้าง

รูปทรงของเครื่องต้องมีลักษณะดูเรียบง่าย โดยเน้นขอบของรูปทรงเป็นเส้นโค้งและเพิ่มความรู้สึกแข็งโดยใช้เส้นเข้ามาประกอบบางส่วน แต่ยังให้ความรู้สึกอิสระมีชีวิตชีวาทันสมัย กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมรูปแบบของเครื่องประกอบไปด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นส่วนระบบการกรองที่แบ่งเป็นช่อง ๆ เพื่อใส่วัสดุกรอง ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ตัดตัวเครื่องปั้มน้ำโดยใช้ขนาด 30 วัตต์ ผังและสีของเครื่องใช้สีน้ำเงินขอบดำซึ่งเป็นสีที่ดูสบายตาเรียบง่ายกลมกลืนกับสภาพของน้ำ

สรุปวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา

ควรเลือกระบบไฟฟ้าบ้านเพราะการใช้งานส่วนใหญ่ใช้ไฟในอาคารซึ่งมีระบบไฟฟ้าอยู่แล้ว มีการป้องกันระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐาน โดยการใช้สายไฟที่ป้องกันน้ำมอดเตอร์ที่ใช้เป็นแรงทวน้ำใช้ขนาด 30 วัตต์ที่มีความเร็วรอบคงที่

4.2 ผลสรุปการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิจัยโดยการวิเคราะห์จากคะแนนคุณภาพแสดงระดับความคิดเห็น สอดคล้อง ของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน จากการประเมินคุณภาพดังนี้

- 4.50 – 5.00 คะแนน คือ มากที่สุด
 3.50 – 4.49 คะแนน คือ มาก
 2.50 – 3.49 คะแนน คือ ปานกลาง
 1.50 – 2.49 คะแนน คือ น้อย
 1.00 – 1.49 คะแนน คือ น้อยที่สุด

4.2.1 ผลสรุปวิเคราะห์คุณภาพด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

ตารางที่ 4.1 แสดงการพัฒนาด้านหน้าที่ใช้สอย

รายการพัฒนา	$\bar{X}$	S.D	คุณภาพ
1. รูปแบบตัวเครื่อง เหมาะสมกับการติดตั้งและการขนย้าย	4.33	0.57	มาก
2. ขนาดตัวเครื่อง เหมาะสมกับการติดตั้งและการขนย้าย	4.66	0.57	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการเปลี่ยนและประกอบวัสดุกรอง	4.66	0.57	มากที่สุด
4. ความสะดวกในการถอดประกอบตัวเครื่อง	4.66	0.57	มากที่สุด
5. วัสดุกรองเหมาะสมกับระบบกรอง	4.33	0.57	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.46	0.51	มาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคุณภาพในด้านหน้าที่ใช้สอยภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับมีคุณภาพมากที่สุด 3 ข้อ คือ ขนาดตัวเครื่อง เหมาะสมกับการติดตั้งและการขนย้าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ความสะดวกในการเปลี่ยนและประกอบวัสดุกรอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ความสะดวกในการถอดประกอบตัวเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับมีคุณภาพมาก 2 ข้อ คือ รูปแบบตัวเครื่อง เหมาะสมกับการติดตั้งและการขนย้าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และวัสดุกรองเหมาะสมกับระบบกรอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ตามลำดับ ตารางที่ 4.2 แสดงคุณภาพด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง

รายการพัฒนา	$\bar{X}$	S.D	คุณภาพ
1. ความงามของรูปทรงเหมาะสมกับการใช้	4.66	0.57	มากที่สุด
2. สีเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4.66	0.57	มากที่สุด
3. การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในบ่อ	4.33	0.57	มาก
4. ลักษณะการถอดประกอบของผลิตภัณฑ์	4.33	0.57	มาก

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

5. ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4.66	0.57	มากที่สุด
6. ลักษณะการนำเสนอผลงานประเภทสองมิติ	4	0	มาก
7. ความสะดวกในการดูแลรักษา	4.33	0.57	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.42	0.50	มาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคุณภาพในด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงในภาพรวมอยู่ที่มีคุณภาพมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับมีคุณภาพมากที่สุด 3 ข้อ คือ ความงามของรูปทรงเหมาะสมกับการใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 สีสันเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ความแข็งแรงโครงสร้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับมีคุณภาพมาก 4 ข้อ คือ การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในบ่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ลักษณะการถอดประกอบของผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ลักษณะการนำเสนอผลงานประเภทสองมิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และความสะดวกในการดูแลรักษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณภาพด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

รายการพัฒนา	$\bar{X}$	S.D	คุณภาพ
1. การทำงานของเครื่องเหมาะสมกับโครงสร้าง	4.66	0.57	มากที่สุด
2. อุปกรณ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย	4	0	มาก
3. การเคลื่อนย้ายและการติดตั้งมีความปลอดภัย	4.66	0.57	มากที่สุด
4. การล้างทำความสะอาดมีความปลอดภัย	4.66	0.57	มากที่สุด
5. วัสดุที่ใช้มีความปลอดภัย	4.66	0.57	มากที่สุด
6. การดูแลรักษามีความสะดวก	4	0	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.51	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่าคุณภาพด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษาในภาพรวมมีคุณภาพมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับมีคุณภาพมากที่สุด 4 ข้อ คือ การทำงานของเครื่องเหมาะสมกับโครงสร้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 การเคลื่อนย้ายและการติดตั้งมีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 การล้างทำความสะอาดมีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 วัสดุที่ใช้มีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับมีคุณภาพมากที่สุด 2 ข้อ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้ามี

ความปลอดภัย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และการดูแลรักษามีความสะดวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณภาพทั้ง 3 ด้าน

รายการพัฒนา	$\bar{X}$	S.D	คุณภาพ
1. คุณภาพด้านหน้าที่ใช้สอย	4.46	0.51	มาก
2. คุณภาพด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง	4.42	0.50	มาก
3. คุณภาพด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา	4.44	0.51	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	0.44	0.02	มาก

เมื่อพิจารณาเป็นโดยรวมพบว่ามีความคุณภาพมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.44

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่ามีความคุณภาพมากทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และด้านความปลอดภัย และการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และ ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

4.3 ผลสรุปการวิเคราะห์ระดับคุณภาพน้ำที่กรองจากเครื่อง

การประเมินผลคุณภาพของน้ำจากเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามที่ออกแบบสร้างหุ่นจำลองเรียบร้อยแล้วโดยทดสอบตามเกณฑ์ดังนี้

ทำการทดสอบ 30 ครั้ง ทั้ง 2 หลักเกณฑ์ ได้แก่

หลักเกณฑ์ที่ 1 ทดสอบคุณภาพของน้ำโดยมีค่า pH ประมาณ 6.5 – 8 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรดต่างที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้เครื่องมือชุดทดสอบน้ำ water test kit

หลักเกณฑ์ที่ 2 สามารถชำระสารปนเปื้อนตะกอนแขวนลอยที่เป็นอันตรายต่อปลา โดยมีค่าไนโตรเจน คือค่าวัดการเกิดแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ระดับปกติอยู่ที่ 0.3 ppm(0.3 ส่วนต่อล้านส่วน)ซึ่งเป็นระดับที่น้ำสามารถเลี้ยงปลาที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยใช้ชุดน้ำยาที่เทสทีไนโตรเจน

โดยการหาค่าไคสแควร์ (CHI –SQUARE TEST) ความสามารถทำได้แทนค่า 1 ไม่สามารถทำได้แทนที่ค่า 0 ทำการทดสอบคุณภาพน้ำทั้ง 2 เกณฑ์ เกณฑ์ละ 30 ครั้ง

ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบการทดลองการกรองน้ำจากการทดสอบ 30 ครั้ง

วิธีการทดสอบคุณภาพ	จำนวนผ่าน/ 30 ครั้ง	χ^2	dF	P
ค่า pH	26	3.9	1	0.046
ชำระสารปนเปื้อน NO_2	28	7.77	1	0.005
$P < 0.05$				

จากตารางที่ 4.4 สรุปการทดสอบค่าความเป็นกรดต่าง pH และชำระสารปนเปื้อนไนไตรท์ และตะกอนแขวนลอยสามารถทดสอบคุณภาพของน้ำได้ดีอยู่ที่ขนาดของบ่อประมาณ 3x4 โดยทดสอบทั้ง 2 เกณฑ์ จำนวน 30 ครั้ง ผลการทดสอบผ่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

และเมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่าการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง ผ่าน 26 จาก 30 ครั้ง ค่า χ^2 เท่ากับ 3.9 และค่า P เท่ากับ 0.046 การทดสอบการชำระสารปนเปื้อน NO_2 ผ่าน 28 จาก 30 ครั้ง ค่า χ^2 เท่ากับ 7.77 และค่า P เท่ากับ 0.005

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ในบทนี้เนื้อหาสรุปผลการวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะโดยประกอบด้วยข้อเสนอแนะ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในครั้งต่อไปดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผลของการวิจัยสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

- 5.1.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อ 1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาคือประชากรผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายในเขตจตุจักร กรุงเทพฯ จำนวน 40 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายในเขตจตุจักรมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ดังนี้

1. ผู้ใช้ 30 คน
2. ผู้ผลิต 5 คน
3. ผู้จำหน่าย 5 คน

- 5.1.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาให้เหมาะสม

โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบเพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำด้านหน้าที่ใช้สอย รูปทรง ความสวยงามและด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษาวิศวกรรมด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน

- 5.1.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อหาระดับคุณภาพน้ำที่กรองจากเครื่องที่ออกแบบพัฒนาขึ้น

บ่อทดสอบที่ใช้ในการวิจัยเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาที่พัฒนาขึ้นใหม่ ขนาด 3 x 4 เมตร โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบดังนี้

1. ค่า pH ของน้ำ
2. สารปนเปื้อนและตะกอนแขวนลอย

การตรวจสอบจากผู้ชำนาญการตามกรอบแนวคิดของยุทธพงษ์ ไทยวรรณ (2547 : 192) โดยยอมรับความเสียหายของผลที่ 2% ถึง 3.3 %

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1.2.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

1. การศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยได้ไปศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการไปศึกษาระบบการกรองน้ำจากบ่อปลาจากการสอบถาม การสังเกตโดยจับบันทึกและศึกษาตามแหล่งผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องกรองน้ำ โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาถึงปัญหาของบ่อกรองแบบเดิมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ผู้วิจัยใช้แบบร่างในการปรึกษาคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยจะมีดังนี้

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการและสภาพปัญหาเครื่องกรองหรือบ่อกรองโดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด

5.1.2.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาให้เหมาะสม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบ ประเมินการพัฒนาด้านใช้สอย รูปแบบและโครงสร้างความปลอดภัยและบำรุงรักษาของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาที่พัฒนาขึ้นใหม่ใช้มาตรฐาน ประเมินค่า (Rating Scale) มีระดับโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลประเมินคุณภาพด้านหน้าที่ใช้สอย , รูปแบบและโครงสร้าง , ความปลอดภัยและบำรุงรักษาเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับดังนี้

5	หมายถึง	มีประสิทธิภาพ	มากที่สุด
4	หมายถึง	มีประสิทธิภาพ	มาก
3	หมายถึง	มีประสิทธิภาพ	ปานกลาง
2	หมายถึง	มีประสิทธิภาพ	น้อย
1	หมายถึง	มีประสิทธิภาพ	ต้องปรับปรุง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกรองน้ำ

5.1.2.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อทดสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านการกรองจากเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาที่พัฒนาขึ้นใหม่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่กรองจากเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำจากค่าระดับ pH ของน้ำและสารปนเปื้อนและตะกอนแขวนลอย เกณฑ์ที่ใช้ผ่าน ไม่ผ่าน

5.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำแบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์ผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย ระบบกรอง รวมถึงทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนในด้านดำเนินการเก็บดังนี้

5.1.3.1 เก็บข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการจดบันทึก

5.1.3.2 เก็บจากแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพปัญหาจากกลุ่มตัวอย่างโดยการจดบันทึก

5.1.3.3 เก็บจากแบบประเมินประสิทธิภาพ (คุณภาพ) ด้านวิศวกรรมด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

5.1.3.4 เก็บจากแบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามที่พัฒนาขึ้นใหม่

5.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม การวิเคราะห์ข้อมูลจากการพิจารณาสภาพปัญหา บ่อกรองน้ำแบบเดิมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องกรองน้ำ

5.1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลหาความสอดคล้อง จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

5.1.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ จากผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย

5.1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านรูปแบบโครงสร้างด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็นในด้านต่างโดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งเพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ขัดเจนมากขึ้น

5.1.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นมาใหม่โดยใช้ค่าสถิติ ความถี่ร้อยละ

5.1.5 ผลการวิจัย

ผลสรุปของการวิจัยได้สรุปผลดังนี้

5.1.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม จากผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์สภาพการใช้งาน ปัญหาต่อเครื่องกรองน้ำระบบเดิมและความต้องการของผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย

5.1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพด้านหน้าที่ใช้สอย โดยผู้เชี่ยวชาญผู้ในเกณฑ์ที่มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์มากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษาโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในเกณฑ์มากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44

5.1.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาโดยผู้วิจัยผู้ชำนาญการเลี้ยงปลา ผลการทดสอบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการกรองจากเครื่องที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือค่า pH อยู่ที่ 6.5 – 8 และค่าไนโตรเจนอยู่ในระดับ 0.3 ppm ทั้ง 2 เกณฑ์ เป็นเกณฑ์ที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ผู้วิจัยได้นำประเด็นที่สำคัญของการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 คุณภาพเครื่องกรองน้ำสำหรับป้อนเลี้ยงปลาสวยงามที่พัฒนาขึ้นใหม่

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ประเมินคุณภาพเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่ในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.44

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่ามีความหมายมากทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และด้านความปลอดภัย และการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และ ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีหน้าที่ใช้สอยในการกรองที่คำนึงถึงความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้ ความสวยงามและบำรุงรักษาง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยและกรอบแนวคิดดังนี้

อิริชัย สุขสด (2544 : 88) กล่าวว่า หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติที่ผลิตภัณฑ์ที่ดีควรมีองค์ประกอบที่ดีต้องคำนึงถึงหัวข้อสำคัญ 3 ประการคือ

1. หน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
2. รูปทรง ความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง
3. ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมประเมินคุณภาพเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองของวัตถุประสงค์ได้ดีซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเครื่องกรองน้ำคำนึงถึงหลักการออกแบบเครื่องจักรกล ระบบไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่าง ขนาดสัดส่วน ความแข็งแรงโครงสร้างความปลอดภัยและใช้วัสดุที่นำมาผลิตตามมาตรฐานที่ให้ภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและกรอบแนวคิดของ

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์และชาญ ถนัดงาน (2540 : 13) กล่าวว่าสิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบเครื่องจักรกล คือความแข็งแรง (Strength) เป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน ความแข็งแรงจึงเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบที่สำคัญอย่างหนึ่งและสิ่งอื่น ๆ อีก เช่น ระบบต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง อุปกรณ์ ความปลอดภัย และความเหมาะสมการเลือกใช้ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องพิจารณา โดยใช้มาตรฐานภายในประเทศ (มอก.) ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหรือระบบที่ได้ออกแบบมีความเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้หรือใช้งานไม่ได้ไม่ถึงขีดความสามารถตามที่ออกแบบไว้

5.2.2 การทดสอบคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่

ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาของเครื่องกรองที่พัฒนาขึ้นใหม่ สรุปการทดสอบค่าความเป็นกรดต่าง pH และค่าแร่สารปนเปื้อนและตะกอนแขวนลอยสามารถทดสอบคุณภาพของน้ำได้คืออยู่ที่ขนาดของบ่อประมาณ 3x4 โดยทดสอบทั้ง 2 เกณฑ์ ผ่านอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตรวจสอบจากค่าเป็นกรดต่าง (ค่า pH) อยู่ประมาณ 6.5 ซึ่งได้เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้เลี้ยงปลาและตรวจค่าสารปนเปื้อนหลังจากการใช้เครื่องค่าอยู่ประมาณ 0.3 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดีสามารถตอบสนององวัตถุประสงคซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและกรอบแนวคิดของ

ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2547 : 192) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบคุณภาพเป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผลผลิตออกมาดีเป็นไปตามแบบมีความประณีต เรียบร้อย สวยงามนำไปใช้ได้ อย่างสะดวกและเหมาะสมกิจกรรมดังกล่าวก็คือ การเลือกวัตถุดิบ กิจกรรมในการผลิต เพื่อให้ผลผลิตเสียหายน้อยที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำที่สุดโดยยอมรับความเสียหายของผลผลิตที่ 2% ถึง 3.3%

ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่กรองจากเครื่องกรองที่พัฒนาขึ้นใหม่ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการตรวจสอบตามกรอบแนวคิดของวิชา ปาละ (2546 : 118) โดยกล่าวว่า การทำระบบการบำบัดน้ำที่ดี การย่อยสลายของเสียเป็นไปตาม Process อย่างมีประสิทธิภาพและและสัตว์น้ำจะปลอดภัยจากโรคภัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อการวิจัยต่อไป

จากผลการวิจัยนำมาผลมาเป็นข้อเสนอแนะและนำไปใช้ได้ดังนี้

1. การจะทำให้ น้ำที่ผ่านการกรองของเครื่องกรองน้ำที่สะอาดจนอยู่ในระดับดีสามารถให้สัตว์น้ำมีชีวิตเติบโตได้ การบำรุงรักษา การทำความสะอาดระบบกรองจะต้องทำบ่อยครั้ง
2. สิ่งสำคัญที่สุดของเครื่องกรองน้ำคือ ระบบกรองน้ำจะต้องมีประสิทธิภาพ ควรดูแลรักษาความสะอาดอยู่เสมอหรือผู้ใช้อาจจะเตรียมระบบกรอง (เฉพาะส่วนกรอง) ไว้บางส่วนเพื่อสับเปลี่ยน เมื่อระบบการกรองชิ้นแรกหมดสภาพ จะทำให้การกรองมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
3. บริเวณบ่อปลาผู้ให้ผลิตภัณฑ์ควรสังเกตบ่อปลาทุก ๆ ครั้งที่มาชมปลาสวยงามว่ามีสิ่งปฏิกูลตกแช่อยู่ในน้ำ (เช่น ใบไม้ ผง พลาสติก กิ่งไม้ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ควรตักออกให้มากที่สุด จะช่วยให้ระบบกรองมีประสิทธิภาพมากขึ้น)

บรรณานุกรม

- กฤษณา แก้วพิกุล, และสุภาวดี บุญแก้ว. 2546. **โครงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณสะพานน้ำหน้าตึกอำนวยการเทคนิคกรุงเทพฯ.** ปรินญาณินท์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- เกษม เชาวดี. 2532. **วิทยานิพนธ์โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ สำหรับปลาตู้น้ำจืด.** คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา. 2529. **วัสดุในงานวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เชื่อน กัลมาพิจิตร. **ตำราการเลี้ยงปลาตู้.** โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ.
- ธีรยุทธ พึ่งเพียร. 2543. **สถิติเบื้องต้นและการวิจัย.** กรุงเทพฯ : สุตรไฟศาล.
- ดำรง โพธิ์ทองและวรวิทย์ เป็นประสิทธิ์. 2540. **โครงการวิจัยการทดลองบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน.** ปรินญาณินท์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพฯ.
- ธนากร ฤทธิ์ธอง และวัชร ปาละ. 2546. **ระบบกรองในตู้ปลา.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ธีรชัย สุขสุด. 2544. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเอสปริ้นติ้งเฮาส์.
- นภัทร วัจนเทพินทร และชูศักดิ์ ชำพิมพ์. 2539. **เทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง.** กรุงเทพฯ : สยามสปอร์ต ซินดิเคท.
- ปัญญา โพธิ์รัฐรัตน. **เทคนิคการเลี้ยงปลาและเพาะพันธุ์ปลาสวยงาม คณะวิชาเกษตรและอุตสาหกรรม.** มหาวิทยาลัยรัตนโกสินทร์จันทร์เกษม.
- พาศนา ตันชาลักษ์ณ์. 2526. **หลักการออกแบบ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิทักษ์อักษร.
- พงศ์ศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2534. **ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2540. **พลาสติก.** กรุงเทพฯ : สัมพันธ์พาณิชย์
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. **ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในชีวิตประจำวัน.**
- รัฐไท พงเจริญ. 2546. **เส้นและแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- สุรินทร์ มัจฉาชีพ. **ปลาตู้น้ำจืดในเมืองไทย.** แพรวพิทยา : กรุงเทพฯ.
- สถาป. 2532. **การสร้างบ่อปลา, บ่อกรอง, บำบัดและสวน.** กรุงเทพฯ :
- เสาวนีย์ แสงวิเชียร. 2535. **ออกแบบตกแต่ง.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุรัชย์ จันทภาส และอดิสร สำราญชื่น . 2538. **โครงการศึกษาการใช้เครื่องประลองการบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารเคมี.** ปรินญาณินท์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- อิทธิพร จันทรเพ็ญ. **การเลี้ยงปลาสวยงาม.** ชองนนทรี : กรุงเทพฯ.
- PETER W. Scott. THE COMPLETE AQUARIUM. DORLING KINDERSLEY LIMITED, LONDON

ภาคผนวก ก

- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้, ผู้ผลิต, ผู้จำหน่าย
- แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบ, ด้านหน้าที่ใช้สอย, ด้านความปลอดภัยและบำรุงรักษา

แบบสัมภาษณ์

โครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาที่ผู้ใช้ ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ ไปศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ที่มีคุณภาพมากขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบ

ตอนที่ 2 สำหรับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา
2. เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาให้เหมาะสม
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำให้เหมาะสมกับสภาพบ่อ

ความคิดเห็นจากแบบสอบถามและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาและพัฒนารูปแบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ต่อไปในอนาคต ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการที่จะให้ข้อมูลที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมากที่สุด จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

โดย

นายชัยวัฒน์ ทิฆวนิช

ผู้ทำวิจัย

ตอนที่ 1 : ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความซึ่งตรงกับความเป็นจริงของท่านหรือ
เติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. เพศ

- ☐ ชาย
☐ หญิง

2. อายุ

- ☐ 30 – 35 ปี
☐ 36 – 40 ปี
☐ 40 ปีขึ้นไป

3. ประสบการณ์เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา

- ☐ ต่ำกว่า 5 ปี
☐ 5 – 10 ปี
☐ 10 – 15 ปี
☐ 15 ปีขึ้นไป

แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้ผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 2 สำหรับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

1. อุปกรณ์การกรองที่ท่านใช้สำหรับบ่อเลี้ยงปลา คือ

.....

2. ระบบการกรองน้ำที่ท่านใช้มีประสิทธิภาพอย่างไร ควรปรับปรุงด้านใดมากที่สุด

.....

3. ปัญหา – อุปสรรค ต่อการกรองน้ำในระบบที่ท่านใช้อยู่

.....

4. ระบบการกรองที่ท่านใช้มีความเหมาะสมเพียงใด

4.1 การมองเห็น.....

4.2 ความสวยงาม.....

4.3 ความปลอดภัย.....

4.4 การทำความสะอาด.....

5. ระบบการล้างทำความสะอาดสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ท่านใช้เวลาดำเนินการนานเท่าไร

.....

6. ในระบบกรองน้ำของเดิมเป็นอย่างไร หากมีการปรับปรุง มีแนวทางเลือกอย่างไร

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

**แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ผลิต
เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม**

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ผลิต

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความซึ่งตรงกับความเป็นจริงของท่านหรือ
เติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. เพศ

- ☐ ชาย
☐ หญิง

2. อายุ

- ☐ 30 – 35 ปี
☐ 36 – 40 ปี
☐ 40 ปีขึ้นไป

3. ประสบการณ์เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา

- ☐ ต่ำกว่า 5 ปี
☐ 5 – 10 ปี
☐ 10 – 15 ปี
☐ 15 ปีขึ้นไป

แบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 สำหรับผู้ผลิตระบบกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

1. ท่านได้ปฏิบัติหน้าที่ในการก่อสร้างและติดตั้งระบบกรองมีความถี่เท่าไรต่อเดือน
.....
2. กระบวนการก่อสร้างและติดตั้งบ่อกรอง ต้องใช้บุคลากรอย่างไรต่อการก่อสร้างและติดตั้งระบบกรองจำนวน 1 บ่อ
.....
3. ระบบการกรองที่ท่านเคยทำมีขบวนการกรองอย่างไร
.....
4. บริเวณที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างและติดตั้งระบบกรองมากที่สุด
.....
5. การล้างทำความสะอาดบ่อกรองท่านใช้เวลาดำเนินการนานเท่าไรนับแต่เริ่มจนเสร็จตามขบวนการ
.....
6. ในการกรองน้ำแบบถังกรองชีวภาพท่านคิดว่ามีความเหมาะสมเพียงใด
 - 6.1 น้ำหนัก
 - 6.2 ความสะดวกในการติดตั้ง
 - 6.3 ขนาด
 - 6.4 ความสวยงาม
 - 6.5 วัสดุที่ใช้
 - 6.6 ประสิทธิภาพการกรอง
7. ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามอย่างไร
.....
.....

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้จำหน่าย
เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้จำหน่าย

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความซึ่งตรงกับความเป็นจริงของท่านหรือ
 เติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ

☐ 30 – 35 ปี

☐ 36 – 40 ปี

☐ 40 ปีขึ้นไป

3. ประสบการณ์เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา

☐ ต่ำกว่า 5 ปี

☐ 5 – 10 ปี

☐ 10 – 15 ปี

☐ 15 ปีขึ้นไป

แบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 สำหรับผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

1. ระบบการกรองน้ำสำหรับเลี้ยงปลาสวยงามมีกี่ชนิด

.....

.....

2. ผู้บริโภคนิยมเลือกซื้อระบบกรองน้ำแบบใดมากที่สุดเพราะเหตุใด

.....

.....

3. ท่านมีส่วนช่วยตัดสินใจให้ผู้บริโภคเลือกใช้ระบบการกรองมากหรือน้อย เพราะเหตุใด

.....

.....

4. ปัญหาที่ผู้บริโภคมักพูดให้ท่านฟังเกี่ยวกับระบบการกรองคือ

.....

.....

5. ระบบการกรองที่ท่านจำหน่าย การจัดเก็บและการติดตั้งมีปัญหาหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

6. ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบการกรองน้ำในแนวต่าง ๆ อย่างไร

.....

.....

แบบการหาคุณภาพเครื่องมือประเมินผลการออกแบบ

ในหัวข้อวิจัยเรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา
2. เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อปลาให้เหมาะสม
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำให้เหมาะสมกับสภาพบ่อ

คำถามจากการหาคุณภาพแบบสอบถามและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการ
การศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำดังกล่าว

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความซึ่งตรงกับความเป็นจริงของท่านโดยเป็นการหาค่า
ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content Validity) ของแบบสอบถาม มีความหมายระดับค่าความคิดเห็น
สอดคล้องของคำถามดังนี้

- + 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าคำถามรายการนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามรายการนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าคำถามรายการนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือในการวิจัยครั้งที่ (.....)

(.....)

.....

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือ

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนา หมายถึง การทำสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้นในที่นี้หมายถึงการปรับปรุงเครื่องกรองน้ำให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความเหมาะสม 3 ด้าน
 1. หน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน
 2. รูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง
 3. ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา
2. คุณภาพ หมายถึง ระบบกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่ได้ผลออกมาดีเป็นไปตามแบบเรียบร้อยสวยงาม โดยระบบกรองทำให้ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยมี
 1. ค่าPH ของน้ำ ค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ที่ 6.5 – 8
 2. ค่าไนโตรทรีคคือค่าวัดการเกิดแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ โดยระดับปกติอยู่ที่ 0.3
3. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีประสบการณ์สอนจนไม่น้อยกว่า 15 ปีหรือมีวุฒิระดับปริญญาโท

ด้านต่าง ๆ ดังนี้

 1. ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบายโดยเลือกประชากรคือวิศวกรด้านสิ่งแวดล้อม
 2. ด้านรูปทรงความสวยงาม ความแข็งแรงทางด้านสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์
 3. ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
4. ผู้ทรงคุณวุฒิคือ ผู้ที่มีตำแหน่งทางวิชาการหรือมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง
5. ท่อออกซิเจน หมายถึง ท่อที่ต่อมาจากเครื่องปั้มน้ำเพื่อผลิตออกซิเจนให้กับน้ำในบ่อ
6. สารปนเปื้อน หมายถึง สิ่งปฏิญูลจากการถ่ายของเสียของปลาและเศษอาหารที่ตกค้าง
7. ตะกอนแขวนลอย หมายถึง สิ่งปฏิญูล ผุ่นละอองที่อยู่ในน้ำ
8. บ่อเลี้ยงปลาสวยงาม หมายถึง บ่อที่ก่อสร้างเป็นรูปทรงเรขาคณิต ขนาดความกว้าง 3x4 เมตร
9. ปลาสวยงาม หมายถึง ปลาที่มีสีสันสวยงาม เช่น ปลาคาร์พ ปลาเงิน ปลาทอง ฯลฯ

แบบคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณา			คะแนนเฉลี่ย
	+1	0	-1	
1. หน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน 1.1 รูปแบบตัวเครื่อง กับการติดตั้งและการขนย้าย 1.2 ขนาดของตัวเครื่องกับการติดตั้งและขนย้าย 1.3 ความสะดวกในการเปลี่ยนและประกอบวัสดุกรอง 1.4 ความสะดวกในการถอดประกอบตัวเครื่อง 1.5 วัสดุกรองเหมาะสมกับระบบการกรอง				
2. รูปทรงความสวยงามและความแข็งแรง 2.1 การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ 2.2 ความงามของรูปทรงเหมาะสมต่อการใช้ 2.3 ลักษณะการถอดประกอบของผลิตภัณฑ์ 2.4 ความเหมาะสมกับสภาพป่อ 2.5 ความแข็งแรงของโครงสร้าง 2.6 ลักษณะการนำเสนอผลงานประเภทสองมิติ 2.7 สีเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ 2.8 ความสะดวกในการดูแลรักษา				
3. ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา 3.1 การทำงานของเครื่องเหมาะสมกับโครงสร้าง 3.2 อุปกรณ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย 3.3 การเคลื่อนย้ายและการติดตั้งมีความสะดวก 3.4 การล้างทำความสะอาดมีความปลอดภัย 3.5 วัสดุที่ใช้มีความปลอดภัย 3.6 การดูแลรักษามีความสะดวก				

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

วันที่ เดือน พ.ศ. 2549

**แบบประเมินหาคุณภาพ
เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม**

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามซึ่งผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นการประเมินหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานยิ่งขึ้น

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา
2. เพื่อพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาให้เหมาะสม
3. เพื่อหาคุณภาพน้ำที่กรองจากเครื่องกรองน้ำที่พัฒนาขึ้นใหม่

คำตอบจากแบบสอบถามความคิดเห็นและข้อมูลเสนอแนะต่าง ๆ จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำ สำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ข้อมูลคุณลักษณะของรูปแบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามที่ได้ศึกษาและพัฒนาขึ้นมาจากสรุปปัญหาที่ผู้ผลิตผู้จำหน่ายได้ตอบแบบสอบถามมาโดยจัดทำเป็นข้อคำถาม ประเภทประมาณค่า (RATING SCALE)

5	คะแนน	คือ	ระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยมากที่สุด
4	คะแนน	คือ	ระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยมาก
3	คะแนน	คือ	ระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยปานกลาง
2	คะแนน	คือ	ระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยน้อย
1	คะแนน	คือ	ระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยน้อยที่สุด

แบบประเมิน การพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

ด้านที่	รายละเอียดการพัฒนา	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	หน้าที่ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน 1.1 รูปแบบตัวเครื่อง เหมาะสมกับการติดตั้งและการขนย้าย 1.2 ขนาดของตัวเครื่อง เหมาะสมกับการติดตั้งและขนย้าย 1.3 ความสะดวกในการเปลี่ยนและประกอบวัสดุกรอง 1.4 ความสะดวกในการถอดประกอบตัวเครื่อง 1.5 วัสดุกรองเหมาะสมกับระบบการกรอง					
2.	รูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง 2.1 ความงามของรูปทรงเหมาะสมต่อการใช้ 2.2 สีเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ 2.3 การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในบ่อ 2.4 ลักษณะการถอดประกอบของผลิตภัณฑ์ 2.5 ความแข็งแรงของโครงสร้าง 2.6 ลักษณะการนำเสนอผลงานประเภทสองมิติ 2.7 ความสะดวกในการดูแลรักษา					
3.	ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา 3.1 การทำงานของเครื่องเหมาะสมกับโครงสร้าง 3.2 อุปกรณ์ไฟฟ้ามีความปลอดภัย 3.3 การเคลื่อนย้ายและการติดตั้งมีความปลอดภัย 3.4 การล้างทำความสะอาดมีความปลอดภัย 3.5 วัสดุที่ใช้มีความปลอดภัย 3.6 การดูแลรักษามีความสะดวก					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

ขอขอบคุณในความอนุเคราะห์

นายชัยวัฒน์ ทิฆวนิช

ผู้ทำวิจัย

แบบตรวจสอบคุณภาพของน้ำเพื่อการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

คำชี้แจง เป็นข้อมูลตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่กรองจากเครื่องกรองน้ำ สำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม ที่พัฒนาขึ้นใหม่ การประเมินผลคุณภาพของน้ำจากเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามที่ ออกแบบสร้างหุ่นจำลองเรียบร้อยแล้วโดยทดสอบตามเกณฑ์ดังนี้

ทำการทดสอบ 30 ครั้ง ทั้ง 2 หลักเกณฑ์ ได้แก่

หลักเกณฑ์ที่ 1 ทดสอบคุณภาพของน้ำโดยมีค่า PH ประมาณ 6.5 – 8 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรดต่างที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้เครื่องมือชุดทดสอบน้ำ water test kit

หลักเกณฑ์ที่ 2 สามารถชำระสารปนเปื้อนตะกอนแขวนลอยที่เป็นอันตรายต่อปลา โดยมีค่าระดับอยู่ที่ 0.3 ซึ่งเป็นระดับที่น้ำสามารถเลี้ยงปลาที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยใช้ชุดน้ำยา เทสท์ ไนโตรท์

โดยนำผลการทดสอบมาหาค่าไคสแควร์ (CHI –SQUARE TEST) และทำการทดสอบคุณภาพน้ำทั้ง 2 เกณฑ์ เกณฑ์ละ 30 ครั้ง

นายชัยวัฒน์ ทิฆวนิช

ผู้ทำวิจัย

แบบตรวจสอบคุณภาพของน้ำเพื่อการวิจัย
เรื่อง
เครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

ทดสอบครั้งที่	สารปนเปื้อน:ตะกอนแขวนลอย	ค่า pH
1	0.3	8
2	0.2	7.5
3	0.2	7.5
4	0.3	8.5
5	0.3	8
6	0.5	7
7	0.3	7.5
8	0.3	7
9	0.3	8.5
10	0.2	7.5
11	0.3	8
12	0.3	7
13	0.6	7.5
14	0.3	7.5
15	0.2	7.5
16	0.3	9
17	0.3	8
18	0.2	8.5
19	0.3	7.5
20	0.3	7.5
21	0.3	8
22	0.3	8
23	0.3	7
24	0.3	7.5

ทดสอบครั้งที่	สารปนเปื้อน: ตะกอนแขวนลอย	ค่า pH
25	0.3	7
26	0.3	7.5
27	0.3	7
28	0.2	7.5
29	0.3	7.5
30	0.3	8

แบบตรวจสอบคุณภาพของน้ำ

เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม

การประเมินคุณภาพของน้ำที่กรองจากเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงามที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ได้ ยึดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้ชุดน้ำยาทดสอบไนโตรทสำหรับสารปนเปื้อน ชุดทดสอบ water test kit สำหรับค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยการทดสอบพร้อมบันทึกเพื่อรายงานการทดลองดังนี้

1. กรองน้ำได้ใสสะอาด ปราศจากสารปนเปื้อน, ตะกอนแขวนลอยอยู่ในระดับ 0.3 ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

ทดสอบครั้งที่	คุณภาพน้ำ		ทดสอบครั้งที่	คุณภาพน้ำ	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	✓		16	✓	
2	✓		17	✓	
3	✓		18	✓	
4	✓		19	✓	
5	✓		20	✓	
6		✓	21	✓	
7	✓		22	✓	
8	✓		23	✓	
9	✓		24	✓	
10	✓		25	✓	
11	✓		26	✓	
12	✓		27	✓	
13	✓		28	✓	
14		✓	29	✓	
15	✓		30	✓	

2. กรองน้ำได้ใสสะอาดโดยค่าความเป็นกรด่าง PH ของน้ำที่อยู่ที่ระดับ 6.5 – 8 ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

ทดสอบครั้งที่	คุณภาพน้ำ		ทดสอบครั้งที่	คุณภาพน้ำ	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	✓		16		✓
2	✓		17		✓
3	✓		18	✓	
4		✓	19	✓	
5	✓		20	✓	
6	✓		21	✓	
7	✓		22	✓	
8	✓		23	✓	
9		✓	24	✓	
10	✓		25	✓	
11	✓		26	✓	
12	✓		27	✓	
13	✓		28	✓	
14	✓		29	✓	
15	✓		30	✓	

ลงชื่อ

อาจารย์ชัยวัฒน์ ฑิฆวนิช

ผู้ทำวิจัย

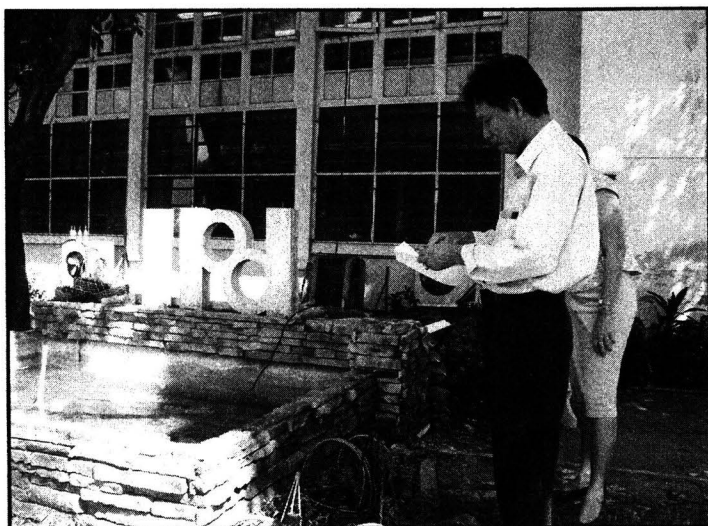
ภาคผนวก ข
ภาพแสดงผู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการวิจัย



ภาพที่ ข 1 แสดงผู้เชี่ยวชาญคือ อาจารย์ยิวโรจน์ เพชรพันธุ์ศรีกำลังประเมินประสิทธิภาพเครื่องกรอง



ภาพที่ ข 2 แสดงผู้เชี่ยวชาญคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณา ภาคสัณไชย กำลังประเมินประสิทธิภาพเครื่องกรอง



ภาพที่ ข 3 แสดงผู้เชี่ยวชาญคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญชู โมเชิตชาติ กำลังประเมินประสิทธิภาพ
เครื่องกรอง

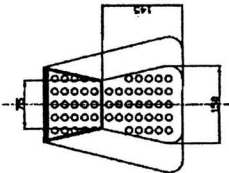


ภาพที่ ข 4 แสดงภาพบ่อเลี้ยงปลาสำหรับทดสอบเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม มี
ขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร

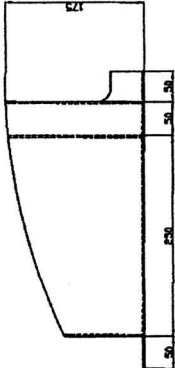
ภาคผนวก ค

งานออกแบบพัฒนา และงานเขียนแบบเพื่อการผลิต

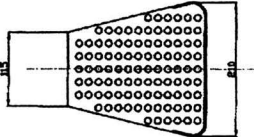
Particular Revision note		Date		Signature		Checked	
--------------------------	--	------	--	-----------	--	---------	--



FRONT



SIDE



BACK

Particular Number	1000-		4/8	1000-1000-1000	PRELIMINARY		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED		
					Submitted	Checked	Approved	Part Name	Part No.	Part No.	Part No.		
				FALTER		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED	
		TEXTILE		FALTER		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED	
		QTY.		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED		RECEIVED	

ภาพที่ ค 2 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิต ส่วนใต้กรง

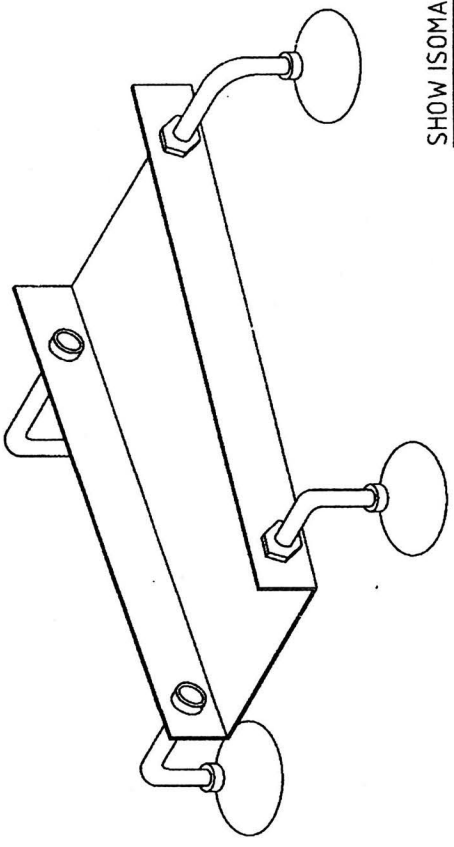
Revised / Revision made		Date		Signed and Checked	
-------------------------	--	------	--	--------------------	--

SHOW ISOMETRIC

Drawing Number TDD-	/48	 THIRD ANGLE PROJECT	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	VENDOR	PR. NO.	REMARK	
			NAME			ORDER SIZE			
			MR CHAIWAT			PART NAME			

ภาพที่ ค 4 แสดงภาพสามมิติ ส่วนไส้กรอง

(Revise) Revision note		Date		Signature (Checked)	
------------------------	--	------	--	---------------------	--



SHOW ISOMETRIC

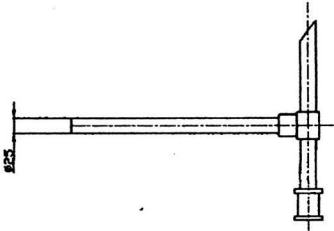
Drawing Number TDD-	/48	 Third Angle Projection	Designed MR. CHANAT	Checked	Order size 600x700x500	Vendor size -	Vendor	PRAD	REMARK

ภาพที่ ค 6 แสดงภาพสามมิติส่วนฐาน

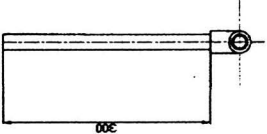
Revised	Revision no.	Date	Signature	Checked
---------	--------------	------	-----------	---------



FRONT



SIDE

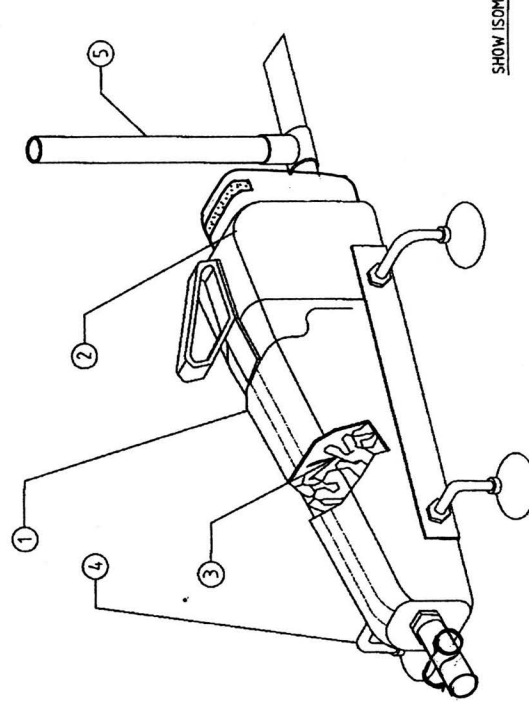


BACK

Drawing Number T00-	/ A8		100% (100% / 100%)	Approved _____	Port Name _____	Number _____	Part No. _____	Material _____	Scale _____
5 1 PVC 100% 100%		100% 100%		100% 100%		100% 100%		100% 100%	

ภาพที่ ค 7 แสดงการเขียนแบบเพื่อการผลิต ส่วนเคื่องพ่นอากาศ

Revise	Revision note	Date	Signature	Checked

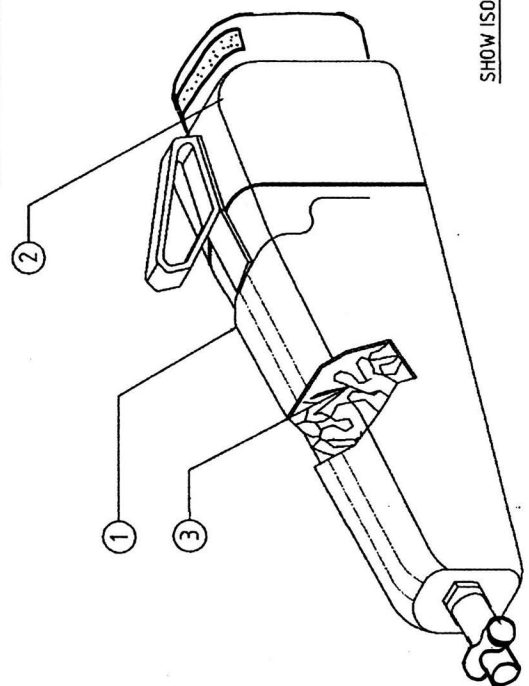


SHOW ISOMETRIC

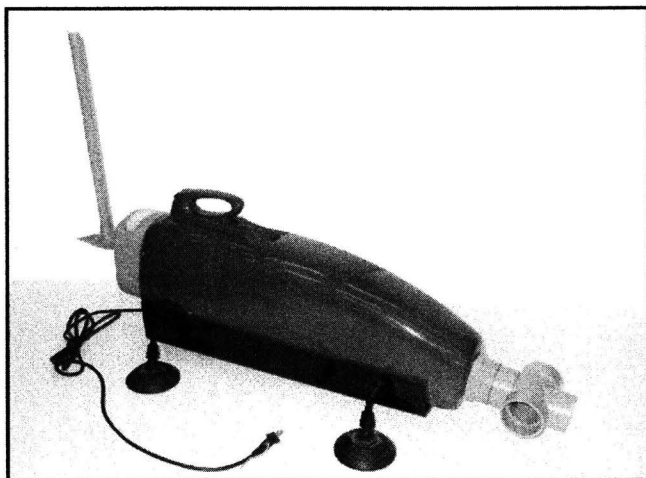
Material		Quantity		Unit		Remarks	
5	1	PVC	MAIN TUBE	1	PIECE	1	
4	1	RUBBER	JOINT	1	PIECE	1	
3	1	PLASTIC	PLATE	1	PIECE	1	
2	1	PLASTIC	PLATE	1	PIECE	1	
1	1	PLASTIC	PLATE	1	PIECE	1	

Drawing Scale		Drawing Unit		Drawing Date		Drawing By		Drawing Check		Drawing Date		Drawing By		Drawing Check	
1/4		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm	
1/4		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm	

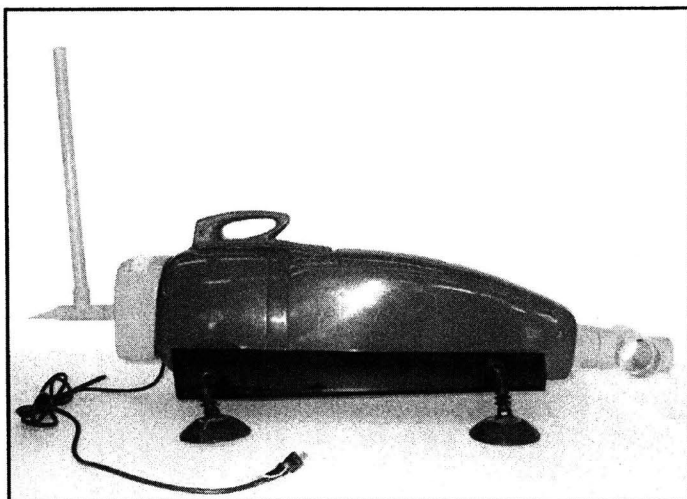
ภาพที่ ค 9 แสดงการเขียนแบบทัศนียภาพเพื่อการผลิต

Revise		Date	Signature/Checked
 SHOW ISOMETRIC			
Item	Qty.	Material	Name
3	1	PLASTIC	FILTER
2	1	PLASTIC	Pump
1	1	PLASTIC	BODY
		Finished size	Order size
		Checked	Approved
 Third Angle Project		Designed MR. CHAIWAT	Part Name
Drawing Number PD- / 48		Vendor	Part No.
		PRJAO	REMARK
		Scale	

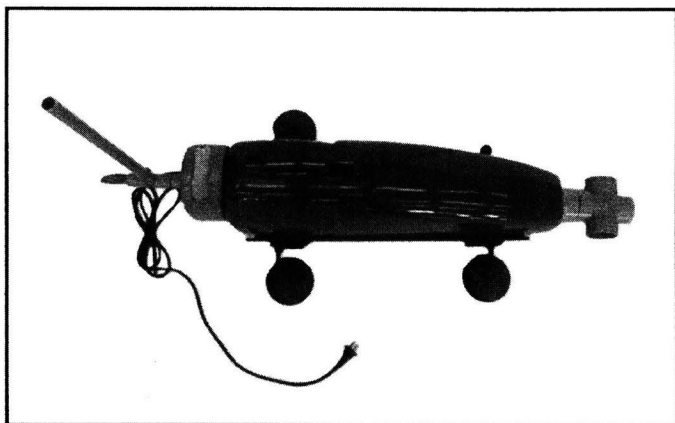
ภาพที่ ค 10 แสดงการเขียนแบบทัศนียภาพเพื่อการผลิต 2



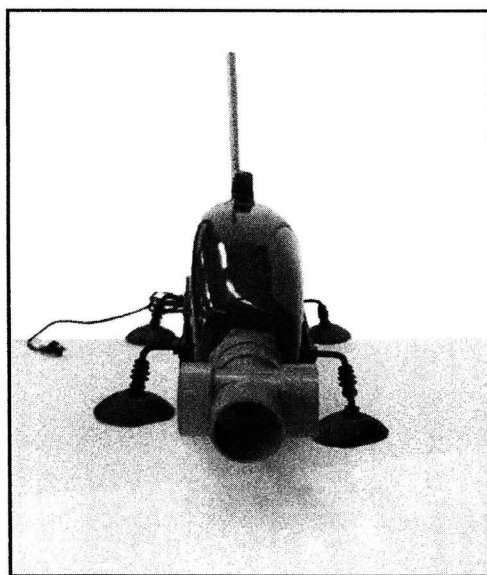
ภาพที่ ค 11 แสดงทัศนียภาพเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม



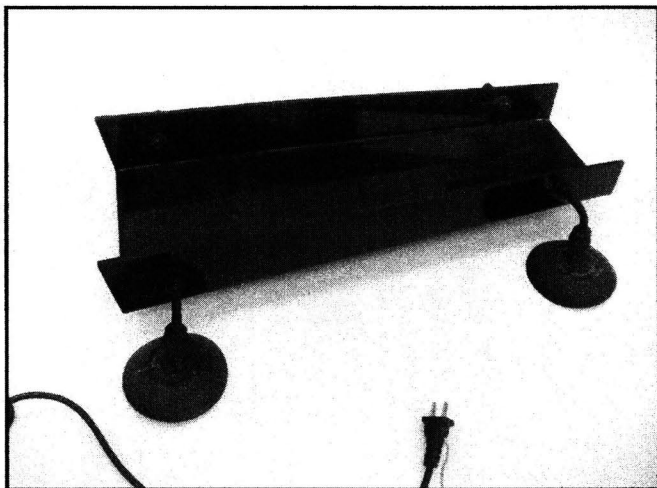
ภาพที่ ค 12 แสดงรูปด้านข้างของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม



ภาพที่ ค 13 แสดงรูปด้านบนของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม



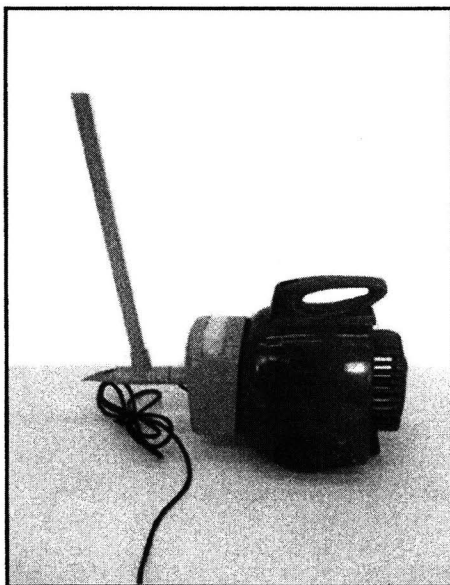
ภาพที่ ค 14 แสดงรูปด้านหน้าของเครื่องกรองน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาสวยงาม



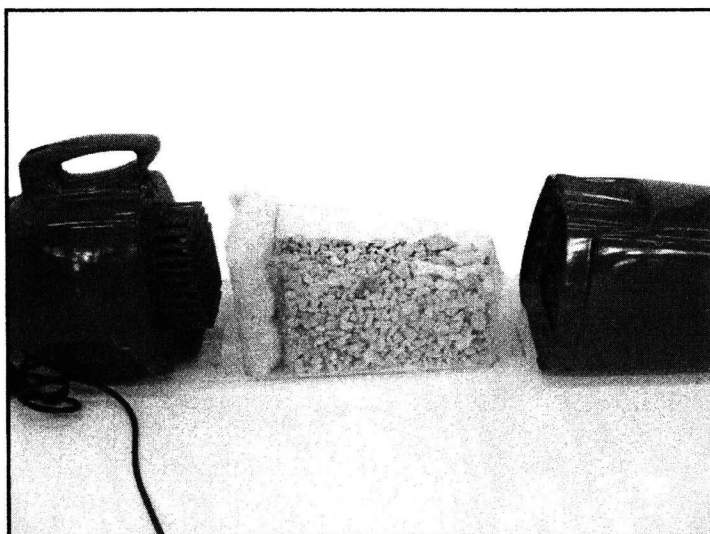
ภาพที่ ค 15 แสดงรายละเอียดส่วนฐาน



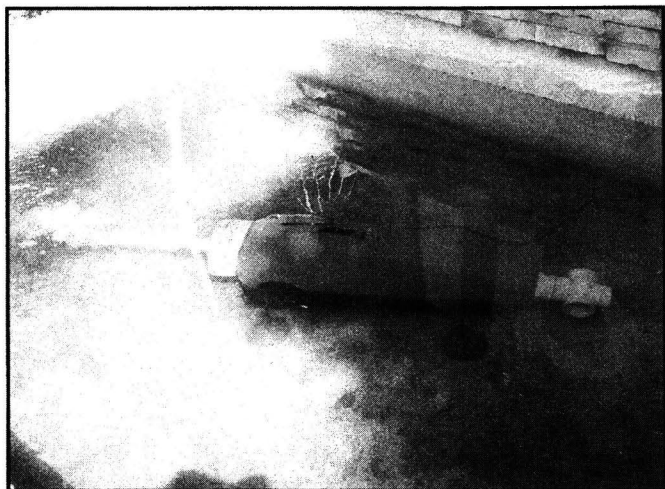
ภาพที่ ค 16 แสดงส่วนบรรจุไส้กรอง และท่อน้ำเข้า



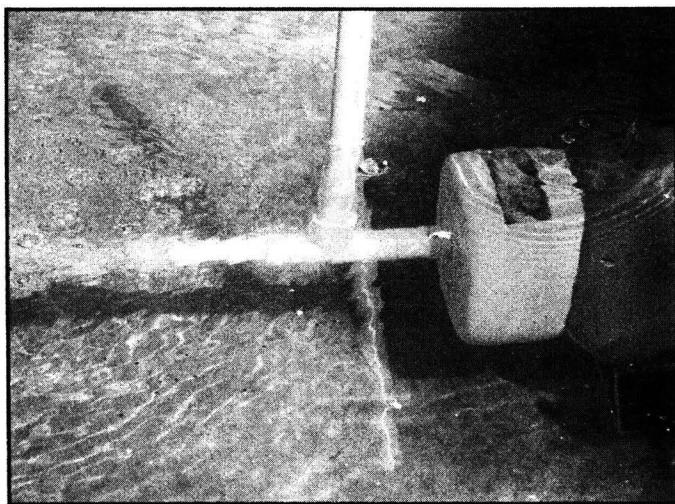
ภาพที่ ค 17 แสดงรายละเอียดส่วนตัวเครื่องปั้มน้ำ



ภาพที่ ค 18 แสดงรายละเอียดส่วนไส้กรอง

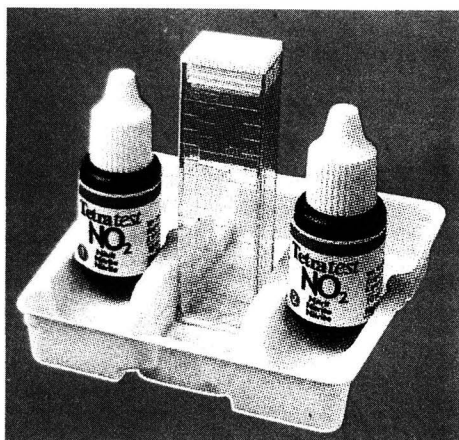


ภาพที่ ค 19 แสดงการทำงานของเครื่องกรอง

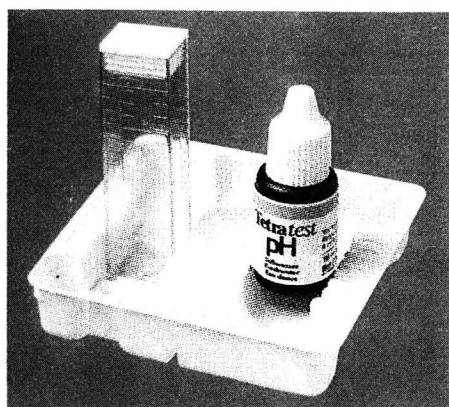


ภาพที่ ค 20 แสดงการทำงานของเครื่องกรองในส่วนพ่นออกซิเจน

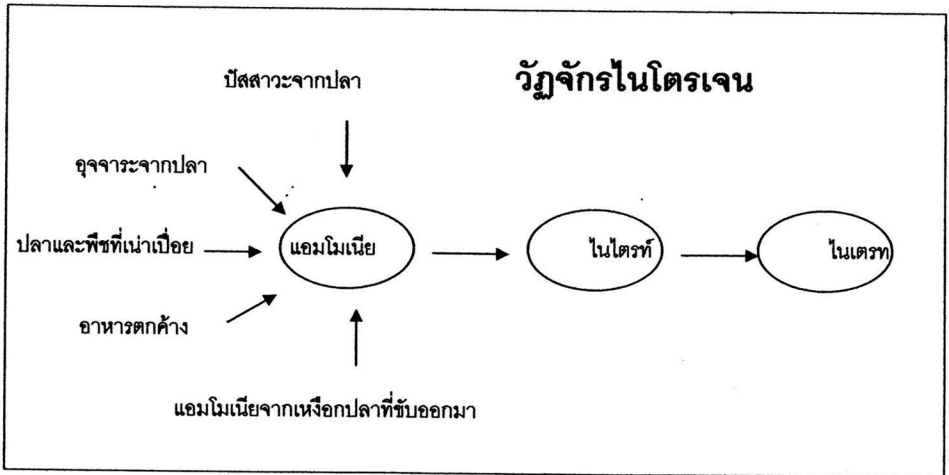
ภาคผนวก ง
แสดงการทดสอบคุณภาพน้ำ



ภาพที่ ง 1 แสดงภาพชุดน้ำยาเทสท์ไนไตรท์



ภาพที่ ง 2 แสดงภาพชุดน้ำยาเทสท์ ค่า pH



ภาพที่ 3 แสดงวัฏจักรไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลา

1. การกรองน้ำให้ใสสะอาด ปราศจากตะกอนแขวนลอยโดยมีค่าแอมโมเนีย อยู่ในระดับ 0.3 ppm (0.3 ส่วนต่อล้านส่วน) หรือไม่เกิน 0.5 ppm ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้ชุดน้ำยาเทสทีไนโตรท์ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการตรวจมาตรฐานของสภาพน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์ตรวจสภาพน้ำจากบริษัท TetraWerke gmbh จากประเทศเยอรมัน โดยมีวิธีการทดสอบ คือ

1. ใช้หลอดทดสอบตักตัวอย่างน้ำ 5 มิลลิลิตร
2. หยดน้ำยาหมายเลข 1 จำนวน 5 หยด
3. ใช้ช้อนที่ให้กับกับชุดทดสอบตักผงทดสอบหมายเลข 2 จำนวน 1 ช้อน เติมน้ำในหลอดทดสอบ ปิดฝา และแกว่งเบาๆ แล้วรอ 1 นาที

4. เปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นกับตารางสีที่ให้มา

ผลสรุปคือ ถ้าไม่พบแอมโมเนียในน้ำสีจะไม่เปลี่ยนแปลง และถ้าพบสีจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวมากขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณแอมโมเนีย โดยมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาคือมีแอมโมเนียที่ 0.3 ppm หรือไม่เกิน 0.5 ppm

2. มีค่า pH ของน้ำอยู่ที่ระดับ 6.5 – 8 ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยใช้ชุดทดสอบ water test kit ในการตรวจสอบมาตรฐานของสภาพน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์จากบริษัท TetraWerke gmbh จากประเทศเยอรมันเช่นเดียวกัน

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย



ชื่อ - สกุล	นายชัยวัฒน์ ทัฬหาวณิช
คุณวุฒิ	ศษ.บ. ศิลปกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง คอ.ม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ตำแหน่ง	อาจารย์ระดับ 7 ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 2 วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ถ.นางลิ้นจี่ เขตสาทร กรุงเทพฯ

ประวัติผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ - สกุล	นายสมชาย ดิษฐาภรณ์
คุณวุฒิ	คอ.ม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ตำแหน่ง	อาจารย์ระดับ 7 ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 84/1 ถ.นราธิวาสราชนครินทร์ แขวงทุ่งวัดดอน เขตสาทร กรุงเทพฯ